



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**STUDIE ALTERNATIV REKONSTRUKCE VYBRANÉ
ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ**

STUDY OF REHABILITATION ALTERNATIVES OF THE SELECTED PART OF THE SEWERAGE
NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Dvořák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Pavel Dvořák
Název	Studie alternativ rekonstrukce vybrané části stokové sítě
Vedoucí práce	doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační údaje a dostupné údaje o stokové síti vybrané části urbanizovaného celku jako podklad pro zpracování BP.
- [2] MAYS, Larry W. Stormwater collection systems design handbook. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 v. (various pagings). ISBN 0071354719.
- [3] STRÁNSKÝ, David et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z WWW: http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf.
- [4] KLEPSATEL, František a RACLAVSKÝ, Jaroslav. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, c2007, 144 s. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [5] STEIN, Dietrich. Grabenloser Leitungsbau. Berlin: Ernst&Sohn: Berlin, 2003. ISBN 3-433-01778-6.
- [6] STEIN, Dietrich a STEIN, Robert. Instandhaltung von Kanalisationen. 4. Auflage, Band 1. Bochum: Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, 2014. s. 1008. ISBN 978-3-9810648-4-1.
- [7] Příslušné legislativní a normativní podklady.
- [8] Další podklady dle pokynu vedoucího BP.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Předmětem bakalářské práce bude zhodnocení možností alternativních řešení provedení stavby pomocí bezvýkopových technologií. V první části bakalář provede rešerši z dané problematiky. V druhé části bakalář aplikuje získané poznatky na vybrané části stokové sítě. Požadované výstupy: rešerše, technická zpráva, výkresová dokumentace dle pokynů vedoucího BP.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je vypracování, vyhodnocení a porovnání alternativních způsobů řešení rekonstrukce části stokové sítě. K tomu účelu je tato bakalářská práce rozdělena na dvě části. V první části je provedeno základní dělení používaných metod pro opravu a rekonstrukci stokové sítě, přičemž největší důraz je kladen na oblast renovačních technologií, které mají za cíl zlepšit funkční a provozní vlastnosti dané stoky. U jednotlivých metod jsou uvedeny technologické postupy provádění, oblasti použitelnosti a základní technické parametry uváděné výrobcí. V druhé části práce jsou získané vědomosti aplikovány při řešení rekonstrukce reálné stokové sítě, konkrétně v městské části města Znojma, Znojmo – město, sídlištní oblast ulice Pražská. Byly vyhotoveny dvě varianty řešení. Při první byly uvažovány pouze bezvýkopové technologie, ve druhé obnova potrubí otevřeným výkopem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezvýkopová technologie, stoková síť, sanace, rekonstrukce, oprava, renovace, obnova.

ABSTRACT

The theme of this bachelor thesis is elaboration, evaluation and comparison of alternative ways of solving the reconstruction of a part of a sewer network. For this purpose, this bachelor thesis is divided to two parts. In the first part, there is a research of the methods used for repair and reconstruction of a sewer network, with the greatest emphasis being placed on methods of renovation, whose goal is to improve the functional and operational properties of the sewer. There are also descriptions of technological procedures, usability area and the basic technical parameters from manufacturers. In the second part, the acquired knowledge is applied in the solution of the reconstruction of the real sewer network, namely in the urban part of Znojmo, Znojmo - město, the residential area of Pražská street. Two solutions have been developed. At first variant only trenchless technologies were considered, in the second variant a recovery of the pipeline by open trench.

KEYWORDS

Trenchless technology, sewer network, rehabilitation, reconstruction, repair, renovation, recovery.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Pavel Dvořák *Studie alternativ rekonstrukce vybrané části stokové sítě*. Brno, 2018. 62 s., 10 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2018

Pavel Dvořák
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Raclavskému, Ph.D. za jeho rady, vstřícný přístup, podnětné připomínky a čas, který mi v průběhu psaní této bakalářské práce věnoval.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE	10
2.1	Základní pojmy	10
2.2	Pojmy dle ČSN EN 752 Odvodňování systémů vně budov.....	10
3	OPRAVA KANALIZAČNÍCH SÍTÍ.....	12
3.1	Lokální výměna trub v otevřeném výkopu	12
3.2	Metoda utěšňování spojů pomocí obturátoru.....	12
3.3	Kanalizační robot.....	13
3.4	Záplatová metoda.....	13
3.5	Vyrovnání deformovaných trub	13
4	RENOVACE STOKOVÝCH SÍTÍ.....	14
4.1	Metody utěšňovací	14
4.1.1	Záplava s kapalinovými komponentami Sanipor	14
4.2	Metody vystýlací.....	16
4.2.1	Metoda Relining – vyvložkování souvislým potrubím.....	16
4.2.2	Metoda Close-fit – vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami	17
4.2.3	Metoda CIPP (Cured in place pipe) – na místě vytvrzované hadice	18
4.2.4	Systém RIB-LOC – Výstelka z navíjených pásů	20
4.2.5	Brawoliner	21
4.3	Situace na českém trhu	22
5	OBNOVA STOKOVÝCH SÍTÍ	23
5.1	Obnova ve stávající trase.....	23
5.1.1	Trhání potrubí – pipe bursting	23
5.1.2	Vytahování starých trub – pipe extraction	24
5.1.3	Rozrušování potrubí – pipe eating	24
5.2	Výstavba nové kanalizace, obnova v nové trase	25
5.2.1	Otevřený výkop	25
5.2.2	Bezvýkopové technologie.....	25
6	SANACE ŠACHET	28
6.1	Oprava rámu šachty	28
6.2	Provádění vystýlky šachet pomocí motoru s rotační hlavicí	29

6.3	Injektáž spár a trhlin	30
6.4	Speciální spárovací malty	31
6.5	Šachtové vložky	31
7	VÝBĚR SANAČNÍ TECHNOLOGIE	32
7.1	Příprava projektu	32
7.2	Shromažďování informací	32
7.3	Stavebně technický stav	33
7.4	Rozhodovací proces	34
8	STUDIE ALTERNATIV VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ	35
8.1	Průvodní zpráva	35
8.1.1	Identifikační údaje stavby	35
8.1.2	Poměry geomorfologické a hydrologické	35
8.1.3	Typy půd v oblasti	35
8.1.4	Geologické poměry v oblasti	36
8.1.5	Popis současného stavu	36
8.2	Technická zpráva	38
8.2.1	Zatěžovací stavy	38
8.2.2	Poruchy na síti, hydraulické poměry v síti, současný stav stoky	41
8.2.3	Návrh metod rekonstrukce	46
8.2.4	Porovnání variant a závěrečné zhodnocení	52
9	ZÁVĚR	54
10	POUŽITÁ LITERATURA	55
	SEZNAM TABULEK	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	60
	SEZNAM PŘÍLOH	61
	SUMMARY	62

1 ÚVOD

Tématem této bakalářské práce jsou alternativy rekonstrukce stokové sítě. Důraz je kladen zejména na bezvýkopové technologie. Ty své uplatnění nacházejí zejména v intravilánu, kdy odpadá nutnost provádět otevřený výkop a tím zhoršit dopravní situaci a vůbec úkony běžného života obyvatelstva. Cílem bakalářské práce je seznámení s danou problematikou a následná aplikace získaných poznatků na určitou lokalitu. Z toho důvodu je bakalářská práce rozdělena na dvě části.

V první části se věnuji sestavení rešerše dané problematiky. Zpracovávám metody opravy, renovace a obnovy. Hlavní důraz je kladen na metody renovace. Zde jsem zjišťoval základní parametry pro uvedené metody. U každé metody je uveden technologický postup provádění sanace. Jelikož i šachty jsou nedílnou součástí kanalizace a také podléhají opotřebení, uvádím zde i základní poruchy a metody sanací kanalizačních šachet.

Na závěr této části uvádím informace, které je nutné získat a pracovat s nimi při návrhu sanace. Jedná se zejména o stavebně technický stav stokové sítě, a proto uvádím metodiku, díky které je možné jednotlivé prvky stokové sítě zařadit do určité kategorie, která rozhoduje o akutnosti rekonstrukce.

Ve druhé části této bakalářské práce jsem aplikoval získané vědomosti na reálné lokalitě, konkrétně ve Znojmě, v městské části Znojmo – město. Zde jsem provedl vyhodnocení kamerového průzkumu, který provedla firma VaS, a.s. Následně jsem v simulačním programu SWMM provedl simulace zatížení dané lokality návrhovými dešti o periodicitách 0,1 a 0,2. Z důvodů nevyhovující kapacity potrubí byly navrženy dvě alternativy rekonstrukce této části stokové sítě. Součástí této bakalářské práce bylo i vyhodnocení finanční náročnosti obou variant.

2 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Základní pojmy definuje zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, následovně:

kanalizace – provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Kanalizace je vodním dílem;

kanalizační přípojka – je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem;

vnitřní kanalizace – je potrubí určené k odvádění odpadních vod, popřípadě i srážkových vod, z pozemku nebo stavby až k místu připojení na kanalizační přípojku. Vnitřní kanalizace není vodním dílem. [18]

Další pojmy pak definuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, a to:

kanalizační stoka – potrubí nebo jiná konstrukce k odvádění odpadních nebo povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod;

stoková síť – síť kanalizačních stok a souvisejících objektů odvádějící odpadní nebo srážkové vody přímo z kanalizačních přípojek do čistíren odpadních vod nebo jiných zařízení na jejich zneškodnění včetně vypouštění nečištěných odpadních vod do vodního recipientu. Stoková síť se navrhuje jako gravitační, tlaková, podtlaková nebo jejich kombinace. [19]

2.2 POJMY DLE ČSN EN 752 ODVODŇOVÁNÍ SYSTÉMŮ VNĚ BUDOV

ČSN EN 752 také definuje pojmy potřebné pro zpracování této bakalářské práce a to konkrétně:

sanace – opatření k obnovení nebo zlepšení stávajících odvodňovacích systémů;

oprava – opatření k odstranění místních závad. Obvykle se používají bezvýkopové technologie;

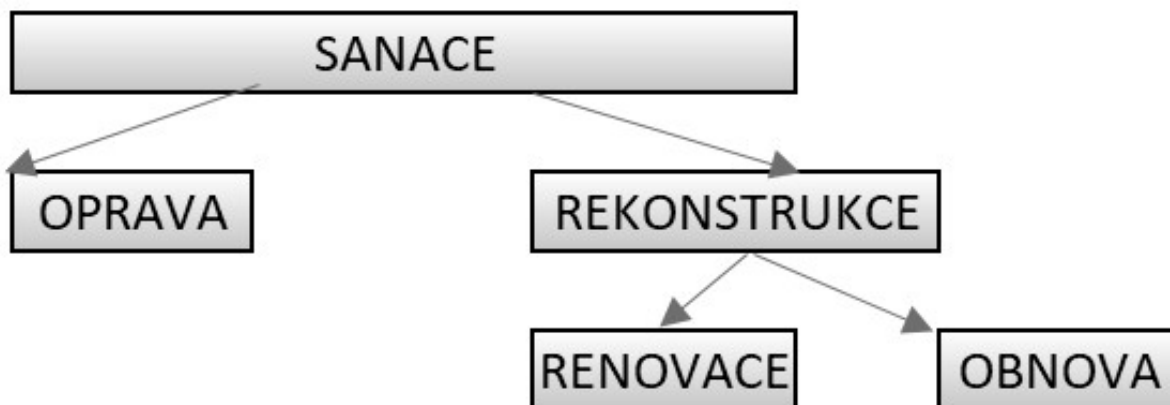
renovace – opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a kanalizačních přípojek při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce;

obnova – vybudování nových stok a kanalizačních přípojek ve stávající nebo jiné trase při zachování jejich původní funkce;

plánovaná životnost – životnost zařízení předpokládaná projektem;

vstupní šachta –_kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo potrubí, která umožňuje vstup osob. [20]

Na obrázku 2.1 je znázorněno rozdělení sanace.



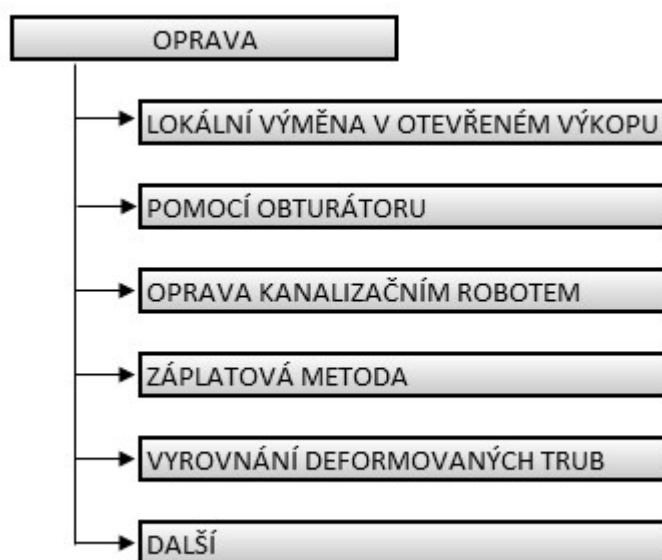
Obrázek 2.1 Rozdělení sanace [zdroj: Pavel Dvořák]

3 OPRAVA KANALIZAČNÍCH SÍTÍ

Pojem oprava označuje pracovní činnosti lokálního charakteru, jejímž cílem je opravit závady, netěsnosti, případně deformace, které zhoršují hydraulické vlastnosti potrubí, způsobují únik odpadních vod do okolního prostředí, anebo umožňují vniknutí balastních vod do systému. Včasným odstraněním těchto závad lze předejít mnohem větším poškozením, které sebou nesou ekonomicky více náročnější způsoby sanace ať už se jedná o renovaci, či obnovu. Metody používané pro opravu lze rozdělit na metody pomocí otevřeného výkopu a bezvýkopové metody lokálního charakteru.

Ačkoli procesy oprav přímo nespádají do kategorie rekonstrukce, je nutné tyto pojmy znát při práci na návrhu plánu sanace.

S ohledem na to, že bakalářská práce se ve své první části primárně zaměřuje na metody renovace je rešerše metod oprav zkrácena na výčet některých metod a jejich stručnou charakteristiku.



Obrázek 3.1 Rozdělení metod opravy [zdroj: Pavel Dvořák]

3.1 LOKÁLNÍ VÝMĚNA TRUB V OTEVŘENÉM VÝKOPU

Jedná se o standartní způsob oprav stokových sítí a kanalizačních přípojek v otevřeném výkopu. [6]

3.2 METODA UTĚŠŇOVÁNÍ SPOJŮ POMOCÍ OBTURÁTORU

Obturátor je zařízení, jímž se utěsní okolí opravovaného místa na potrubí. Porucha je následně zainjektována, čímž dochází k jejímu utěsnění a odstranění.

3.3 KANALIZAČNÍ ROBOT

Kanalizační robot je zařízení se sadou vyměnitelných nástrojů. Uplatňuje se především v neprůlezných profilech (do DN 800) na vedeních z nejrůznějších materiálů. Je dálkově ovládán pracovníkem z povrchu. Kanalizační robot je vybaven brusným kotoučem, frézovací, vrtnou a injektážní hlavou, zařízením na nanášení tmelu a dalším vybavením. [7]

3.4 ZÁPLATOVÁ METODA

Principem této metody je zatažení speciálního packeru, na nějž se umístí skelná záplata napuštěná epoxidovou pryskyřicí, do potrubí. Zde se packer nafoukne horkým vzduchem a přesným naváděním pomocí kamery se záplata umístí na místo poruchy a následně se nechá vytvrdnout. [7]

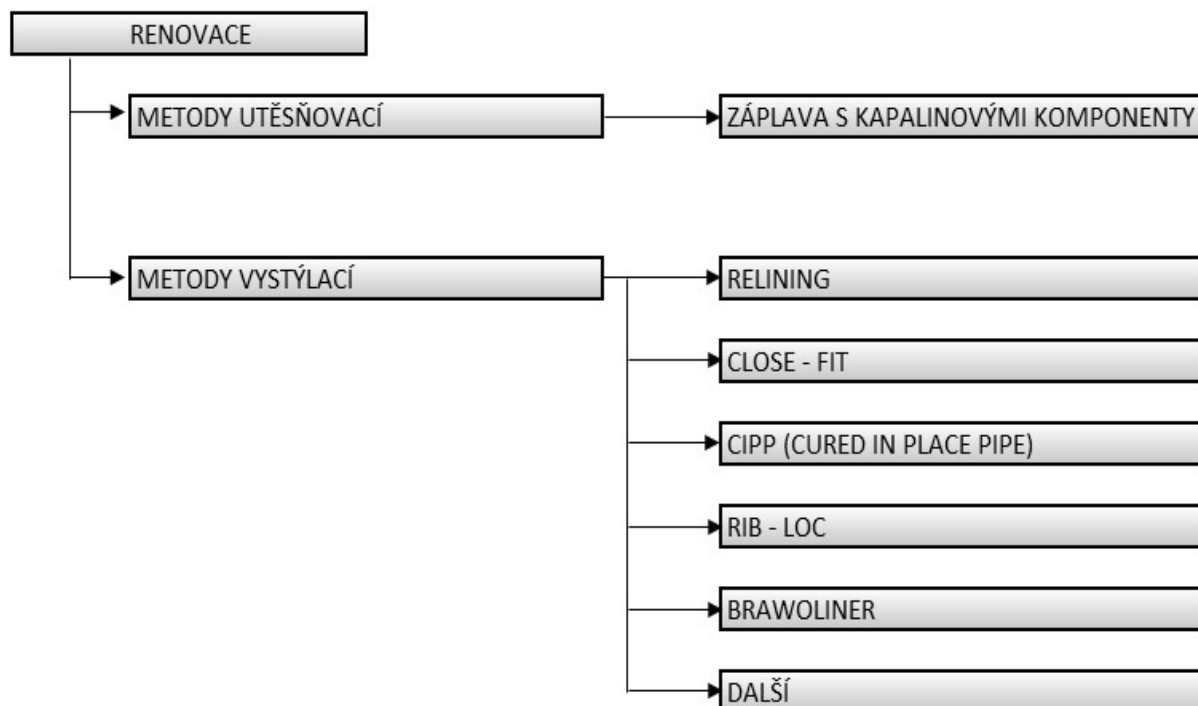
3.5 VYROVNÁNÍ DEFORMOVANÝCH TRUB

Deformace trub je zapříčiněna špatným zhutněním pískového lože, na nějž je potrubí ukládáno. Principem metody je zavedení Pipe-Rerounderu do potrubí. Toto zařízení je v podstatě pneumatický válec s vibrátorem. Zapnutím vibrátoru dochází k nárazům do vnější stěny potrubí, které jsou přenášeny do okolní zeminy, čímž dojde k jejímu přemístění a zhutnění, čímž dochází k vyrovnaní pružné trouby do původního stavu. [7]

Výčet metod oprav v tomto případě rozhodně není konečný. Vývoj nových metod jde neustále kupředu. V tomto případě se opravdu jedná pouze o výčet základních metod.

4 RENOVACE STOKOVÝCH SÍTÍ

Renovační metody můžeme rozdělit na utěšňovací a vystýlací. Jak už z názvu vyplývá, utěšňovací metody mají za cíl utěšnit lokální poruchy (póry, praskliny, netěsnosti spojů atd.). Dělá se to proto, aby nedocházelo k unikání odpadních vod do okolního prostoru, anebo naopak vnikání nežádoucích balastních vod, které snižují efektivitu čištění na čističce odpadních vod. U vystýlacích metod hovoříme o souvislé sanaci v řádu metrů. Provádíme je výstelkou z potrubí anebo z prefabrikátů.

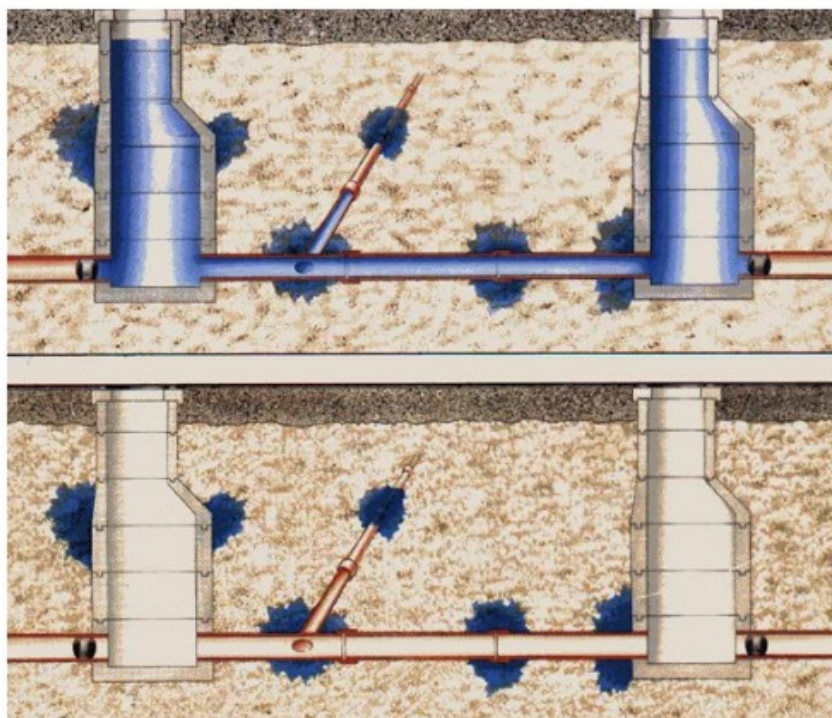


Obrázek 4.1 Rozdělení metod renovace [zdroj: Pavel Dvořák]

4.1 METODY UTĚŠŇOVACÍ

4.1.1 Záplava s kapalinovými komponentami Sanipor

Metoda fungující na principu reaktivnosti 2 složek za působení hydrostatického tlaku. Začíná se vytipováním míst potřebující sanaci. Nejprve se potrubí a šachty, u kterých došlo k defektu, naplní kapalinou na bázi vodního skla. Plnění probíhá minimálně 30 minut, aby byl zajištěn dokonalý průsak do okolní zeminy. Po uplynutí této doby dojde k rychlému vyplavení této složky a k následnému zatopení úseku a šachet druhou složkou – silikonovým polymerem. Složky spolu zreagují a vytvoří těsnící hmotu. Po vypláchnutí se uvede kanalizace zpět do provozu. Mechanická pevnost vzniklé hmoty je srovnatelná se slabým betonem. Hmotu odolává kyselinám a zásadám v rozsahu pH 1 až 10, také odolává slané vodě a všem druhům organických rozpouštědel a olejovým derivátům. Výrobce uvádí životnost až 50 let. [1] [6]



Obrázek 4.2 Schéma zaplavení stokového systému silikátovým roztokem [1]



Obrázek 4.3 Výsledná hmota v okolí stoky po provedení sanace metou Sanipor [1]

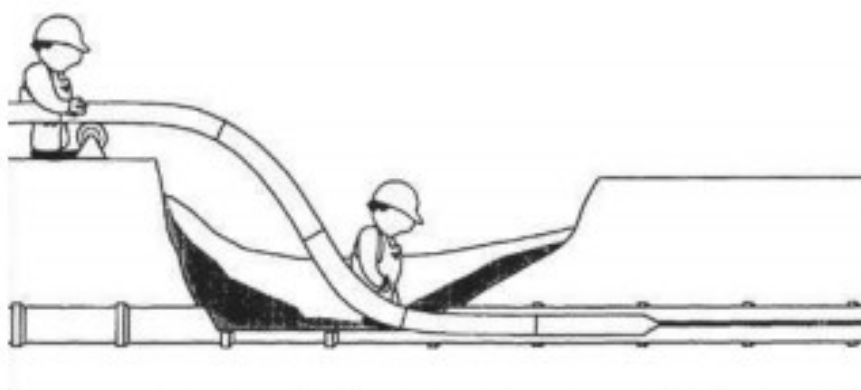
Dalšími metodami jsou např. Kanagel BRK, či SUPERSILIC, fungujících na stejném principu mísení vodního skla a silikonového polymeru, v tomto případě siliciumtetrachloridu. [6]

4.2 METODY VYSTÝLACÍ

4.2.1 Metoda Relining – vyvložkování souvislým potrubím

Tato technologie spočívá v zatahování PE potrubí s vnějším průměrem menším, než je vnitřní průměr stávajícího potrubí. Relining je vhodný pro sanace potrubí, u kterých lze akceptovat snížení průtočného profilu potrubí. Rozhodnutí o použití Reliningu musí předcházet kamerová prohlídka sanovaného úseku, která potvrdí možnost použití právě této technologie, a ukáže případné překážky k odstranění (návarky, příliš hluboko zapuštěné trubky přípojek, vrostlé kořeny atd.). Sanovaným úsekem lze také protáhnout kontrolní trubku zhotovenou z kusu trubky PE, která má být použita jako vložka. Před samotným zatažením se musí připravit startovací a koncový výkop. Startovací výkop musí mít dostatečné rozměry, aby bylo možné potrubí svařené v délce celého úseku vtáhnout do stávajícího potrubí. Potrubí lze opatřit středícími prvky. Ty zajistí vystředění polohy nového potrubí uvnitř stávajícího. Podle způsobu provozování a budoucích nároků na potrubí lze také mezikruží mezi novým a stávajícím potrubím vyinjektovat. Pokud se ponechá volné mezikruží, je třeba provést statické posouzení, případně zvážit, zdali nebude docházet k podélným posunům PE potrubí vlivem délkové teplotní roztažnosti. [2]

Umístění nového potrubí na středící prvky nebo injektáž volného mezikruží jsou často velmi nákladné a proto se volí uložení potrubí na dno staré trubky. Pokud během provozu potrubí hrozí náhlá změna teploty média nebo okolí, je nutné u volného uložení zajistit potrubí proti pohybu. To se provádí pomocí tzv. fixačních bodů. Fixační body lze vytvořit například pomocí elektrospojky a nerezového prstenu, nebo pomocí elektrospojky a betonového bloku. [2]



Obrázek 4.4 Schéma zatažení vložky z PE při využití metody Relining [2]

4.2.2 Metoda Close-fit – vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami

Metoda spočívá v zatažení deformované PE trubky do potrubí přes šachtu. Následně se potrubí navrátí jeho původní tvar, takže dojde k těsnému přilnutí k původnímu potrubí. Metodu Close-fit lze provést dvěma způsoby, a to:

Redukce na stavbě

Jako Close-Fit s redukcí přímo na stavbě jsou označovány metody, kdy k redukcí průřezu dojde za studena přímo na staveništi, bezprostředně před vtažením. Tímto procesem, kdy se potrubí táhne po délce a zároveň deformuje v průřezu, se PE potrubí vystavuje namáhání na hranici svých možností a nelze s jistotou potvrdit, že nedošlo k jeho poškození. Kritickým místem jsou zejména svary „na tupo“, u kterých se odstraňuje vnější výronek, a ke kterým bychom se v případě poškození těžko dostávali. Na českém trhu se tyto technologie nacházejí pod názvy DynTec nebo Swagelining. Tato technologie je velice efektivní, nové potrubí je samonosné a má životnost odpovídající životnosti nového PE potrubí. [2]

Rozsah a použití metody je závislé pouze na prostorových a výškových poměrech dané trasy. Lze počítat s délkou úseku v rozmezí 100 až 300 m. Samotná délka úseku na rovné trase je omezena pouze maximální povolenou tažnou silou potrubí stanovenou výrobcem. PE materiál je možné využívat prakticky všude s ohledem na jeho tlakové řady a v rozsahu průměrů d110 až d1300 mm. [2]

Během sanace dochází k redukcí profilu PE potrubí (o cca 10 - 14 %) před vtažením do původního potrubí přes upínací čelist. Za stálé konstantní tažné síly je potrubí vtaženo přes upínací čelisti až do přijímacího rámu v cílové jámě. Pro usměrnění a přesné vtažení trouby do stávajícího potrubí slouží přítlačný válec. Po dokončení protažení se odřízne tažná hlava v dostatečné vzdálenosti tak, aby nedošlo k následnému vtažení PE za hranu stávajícího potrubí po navrácení PE potrubí do původního tvaru. Jednotlivé trubky z PE jsou metodou „na tupo“ svařeny do tzv. svařence požadované délky úseku sanace. Jednotlivé sanační úseky jsou svařeny pomocí elektrotvarovek. Po uvolnění napětí se potrubí vrátí do původního tvaru a dojde ke Close-Fit efektu. [2]

Redukce ve výrobě

Technologie Close-Fit s redukcí ve výrobě spočívá také v zatažení nového PE potrubí takovým způsobem, že dojde k těsnému přilnutí nového potrubí ke stěně toho stávajícího. U této technologie je potrubí redukováno pod kontrolou přímo během výroby. Takto připravené potrubí eliminuje riziko kombinace namáhání, kterému je vystaveno u Close-Fit s redukcí na stavbě. Navíc po délce celého úseku nejsou žádné svary, protože je potrubí v celé délce z výroby navinuto na bubnech. Tuto technologii můžeme na českém trhu najít například pod názvem Compact Pipe. [2]

Trubka je vyrobena ze standardního PE 100 materiálu, který má dobrou tvarovou paměť. Potrubí se vyrábí ve standardním kruhovém průřezu, nicméně bezprostředně po výrobě se při dané teplotě deformuje do průřezu ve tvaru dvojitého písmene „C“. Potrubí se navíjí

na bubny a dodává na stavbu, kde je díky zmenšenému průřezu bez problémů zataženo do stávajícího vedení, a tam pomocí páry a tlaku vráceno do původního kruhového tvaru takovým způsobem, že vložka přilne těsně k vnitřní stěně stávajícího potrubí. Výsledkem sanace je nové PE potrubí, které je po ochlazení konstrukčně nezávislé na starém vedení a může být okamžitě zprovozněno. [2]

Potrubí Compact Pipe se vyrábí v průměrech DN 100 až DN 500 mm. Maximální délka jednoho technologického úseku závisí na maximální délce daného průměru navinutého na bubnu. [2]



Obrázek 4.5 PE vložky na bubnech a "dvojitý C" průřez [2]

Firma Wavin ve svém katalogu pro PE potrubí, jenž je umístěn na internetových stránkách firmy, uvádí některé fyzikální a mechanické vlastnosti PE potrubí. Jedná se například o modul pružnosti $E > 1200 \text{ N/mm}^2$, maximální přípustné zatížení v tahu 10 N/mm^2 . V katalogu jsou dále uvedeny informace o dálkové teplotní roztažnosti, poloměry ohybu při zatahování, kruhová tuhost apod. [2]

4.2.3 Metoda CIPP (Cured in place pipe) – na místě vytvrzované hadice

Jde o způsob opravy potrubního vedení souvislou, těsně přiléhající vystýlkou z tvrdého plastu. Podstatou systému je, že vystýlka je zformována do tvaru potrubí a zpolymerována přímo v opravovaném potrubí. Oprava systémem CIPP probíhá vždy v celém vadném úseku najednou, což z ní činí nejrychlejší metodu opravy vůbec. Hlavním znakem systému je poddajná hadicová vložka, nasycená speciální syntetickou pryskyřicí. [3]

Dnes nejpoužívanějším a nejšetrnějším způsobem je instalace vystýlky tzv. inverzním procesem pomocí hydrostatického tlaku vody. Voda, jíž je rukávcová vložka po instalaci naplněna, je pak využita k přivedení tepla k vystýlce a jejímu dokonalému vytvrzení. [3]

Systém CIPP je značně univerzální. Je vhodný pro opravy všech druhů kanalizací, jak kruhového, tak nekruhového profilu. U neprůlezných profilů jsou vadně zaústěné přípojky před vložkou zapraveny kanalizačním robotem a po vyvložkování jsou všechny požadované přípojky robotem otevřeny a opět zprovozněny. Kvalita a provedení vystýlky jsou před předáním díla prověřeny zkouškou vodotěsnosti (samozřejmě před otevřením přípojek) a po dokončovacích pracích ještě inspekční prohlídkou, především TV-monitoringem. [3]

U těchto metod je vždy nutné začít s přípravou potrubí, což obvykle zahrnuje čištění potrubí, a pokud jsou v potrubí čištěním neodstranitelné nerovnosti, jako např. kořeny, přecházející přípojky inkrusty, zatvrdlé sedimenty atd., je nutné nasadit kanalizačního robota, který tyto nerovnosti odstraní. Následně se provede kamerový průzkum, vyrobí se rukávec na míru a připraví se vstupní šachty.

Metoda KAWO - vytvrzování horkou vodou

Osazením vystýlky KAWO do poškozeného trubního vedení inverzním způsobem dojde k zatěsnění stěn potrubí, přičemž stěny sanovaného trubního vedení tvoří hladká svrchní folie, která zlepšuje hydraulické poměry v sanovaném potrubí. [4]

Metoda KAWO je vhodná pro sanaci všech druhů a typů kanalizačního potrubí v profilech od DN 125 do DN 2500, přičemž nezáleží na příčném profilu sanovaného potrubí. Velmi často se tato metoda uplatňuje především pro sanaci vejčitého či tlamovitého profilu, které bývají z hydraulického hlediska nejvýhodnější z důvodu optimálních unášecích rychlostí průtočného média. [4]

Při inverzním způsobu sanace kanalizačního trubního vedení lze kombinovat možnosti použití textilií pro výrobu vystýlky a sytících pojiv dle potřeb daného potrubí. Tyto materiály se vybírají podle požadavků na statické, chemické či abrazivní nároky kanalizačních sběračů. Velmi důležitým faktorem je i ta skutečnost, že lze navrhnout tloušťku vystýlky KAWO od základní 4 mm až po 30 mm. [4]

Nutná tloušťka vystýlky je přesně vypočtena ve statickém výpočtu na základě reálných hodnot – profilu, hloubky uložení potrubí, hladiny spodní vody, stupni zatížení nadloží, stupni poškození potrubí a základních výpočtových hodnot použitého sanačního materiálu, tj. E - modulu a pevnosti v ohybu. [4]

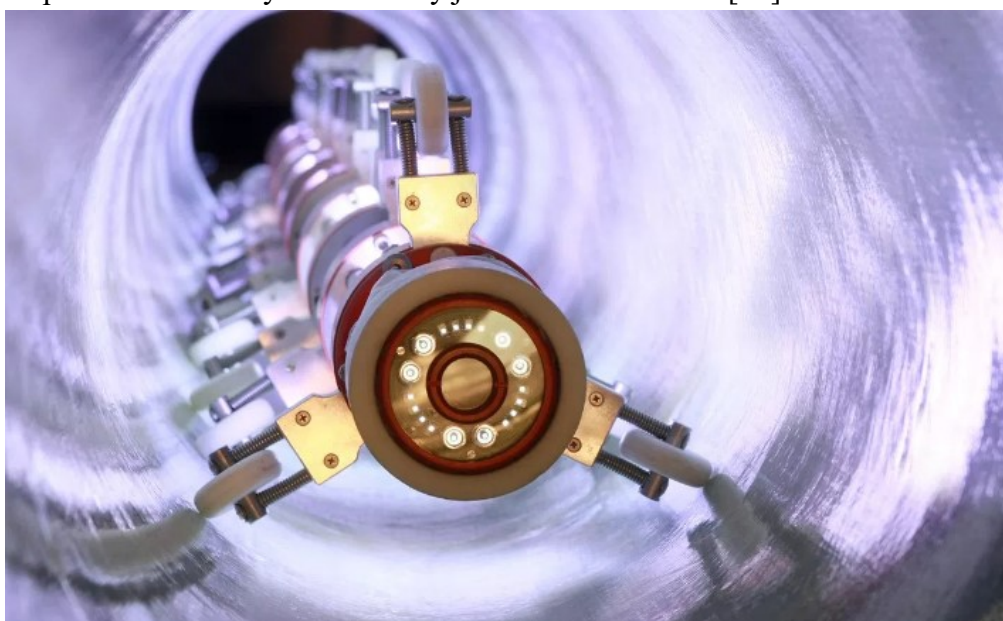


Obrázek 4.6 Metoda KAWO, zavádění vložky do potrubí, [Zdroj: Pavel Dvořák]

UV liner - vytvrzování UV světlem

Metoda UV liner patří mezi bezvýkopové rukávcové metody. Bezešvá vložka ze skelných vláken se strukturou mřížky je dle vypočítané tloušťky vyrobena na dané rozměry potrubí ve tvaru rukávce. Vložka je současně s výrobou rukávce nasycena vhodně formulovanou polyesterovou nebo vinylesterovou pryskyřicí s minimálním obsahem styrénu. Vložka zatažená do kanalizace se vytvrdí působením UV záření, V kanalizaci tak vznikne nové plastové potrubí. Zaslepené domovní přípojky se po sanaci otevřou kanalizačním robotem. V případě požadavku se do místa napojení přípojky na stoku osadí klobouk nebo se otevřou ručně v průlezných profilech vč. zednického zapravení. [5]

Například firma BKP Berolina na svých internetových stránkách uvádí, že hodnoty E-modulu vložek ze skelných vláken, které firma vyrábí, mají minimální hodnotu 10000 kN/mm² a průměrné hodnoty této veličiny jsou 14000 kN/mm². [11]



Obrázek 4.7 UV liner[11]

4.2.4 Systém RIB-LOC – Výstelka z navíjených pásů

Sanace metodou RIB-LOC spočívá v navíjení pásu z PVC do potrubí. Pás je na rubu vyztužený žebry a na okraji zámky (RIB – LOC = žebro – zámek). Pás je dopravován na stavbu na velkopřůměrovém bubnu, z něhož se následně odvíjí. Při navíjení se z pásu vytváří trouba, jejíž průměr je asi o 10 % menší než průměr původního potrubí. Po dosažení cílové šachty se prostor mezi starým potrubím a novou troubou z PVC vyplní cementovou maltou, což má za následek zmonolitnění celého systému, přičemž velkou roli hrají žebra na rubu trouby. Výstelka z části vyrovnává deformace a nepravidelnosti v podélném sklonu renovované kanalizace, což omezuje usazování splavenin v prohlubeninách. [7]

Inovací původní metody RIB-LOC je např. metoda RIB-LOC Expanda, které se liší od základní metody tím, že trouba, která vzniká navíjením uvnitř sanované trubky, má vnitřní

průměr menší, než výše zmiňovaných 10 %. Po ukončení navíjení však dojde k jejímu roztažení a těsnému přilnutí k vnější troubě, čímž odpadá nutnost pozdější injektáže. [7]



Obrázek 4.8 Ztužující žebra a zámky u pásu z PVC použitých pro metodu RIB-LOC [8]

Hodnota E modulu se pohybuje v rozmezí 6 – 8 kN/m². [38]

4.2.5 Brawoliner

Jedná se o sanaci odpadního potrubí pomocí bezešvého textilního rukávce nasyceného epoxidovou pryskyřicí, ze které se neuvolňuje do okolí zápach z chemikálií. Díky elastickým vlastnostem rukávce lze úspěšně sanovat i úseky se změnou dimenze (flexi rukáv) či se směrovými změnami (kolena, oblouky). Stěna rukávce je tvořena polyuretanovým pleteným vláknem, což umožňuje použití menší tloušťky než u rukávce filcového, a to při zachování výborných statických vlastností nově vytvořené kanalizace. Výsledný produkt je kompaktní sklolaminátové potrubí s vynikajícími hydraulickými vlastnostmi. [29] [30]

Tato metoda se používá pro menší profily (DN 100 – 300). [30]



Obrázek 4.9 Technologie Brawoliner [29]

4.3 SITUACE NA ČESKÉM TRHU

Podobně, jako v případě metod opravy, se nejedná o úplný výčet všech renovačních technik, ale o popis nejpoužívanějších metod na českém trhu. Provedl jsem průzkum českého trhu a zjistil, které metody jsou na našem území nejčastěji nabízeny a kterými dodavateli, jsou poskytovány.

Tabulka 4.1 rovněž neuvádí veškeré sanační technologie a postupy, které uvedené firmy nabízí. Jedná se pouze o výčet nejčastěji používaných metod na českém trhu.

Tabulka 4.1 Situace na českém trhu [zdroj: Pavel Dvořák]

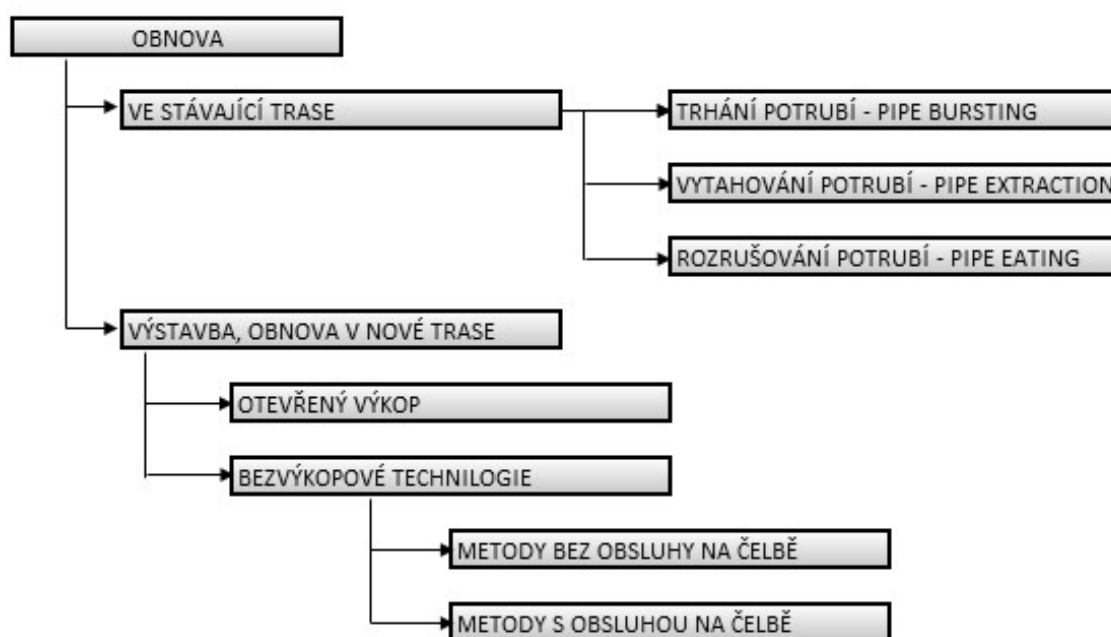
Název firmy	Druhy nabízených technologií							
	Monitoring, čištění	Close-fit, Relining	UV liner	Inverzní rukávce	Krátké vložky	Kan. robot	Lokální - přípojky	Sanace šachet
Trasko, a.s.	ANO	-	ANO	-	ANO	ANO	ANO	-
BMH s.r.o.	ANO	-	ANO	ANO	-	ANO	ANO	ANO
Wombat s.r.o.	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Sebak spol. s.r.o.	-	ANO	ANO	ANO	-	-	-	-
Brochier s.r.o.	ANO	ANO	ANO	ANO	-	ANO	-	ANO
Ströer s.r.o.	-	-	-	-	ANO	ANO	-	-
Zepris s.r.o.	-	ANO	ANO	-	ANO	ANO	-	-

Jak z uvedené tabulky vyplývá, na českém trhu se nejčastěji nabízí výstelka vytvrzovaná UV světlem. Řada firem rovněž nabízí monitorovací a čistící práce. Rovněž kanalizačního robota dnes vlastní a využívá mnoho firem.

5 OBNOVA STOKOVÝCH SÍTÍ

Základní koncepcí obnovy stokové sítě je vybudování nové stoky. Přistupuje se k ní v případech, kdy je staré vedení narušeno takovou mírou, že již ztratilo svou funkčnost a akutně hrozí jeho havárie. V těchto případech dochází k deformaci průřezu a tím i ke snížení průtočného množství. Dalším důvodem obnovy je kapacitní nedostatečnost původního potrubí, např. vlivem rozrůstající se zástavby. [7]

Rešerše metod obnovy bude, podobně jako tomu bylo u oprav, zkrácena, takže vyjmenuji a zkráceně popíšu základní metody a jejich principy.



Obrázek 5.1 Rozdělení metod obnovy [zdroj: Pavel Dvořák]

5.1 OBNOVA VE STÁVAJÍCÍ TRASE

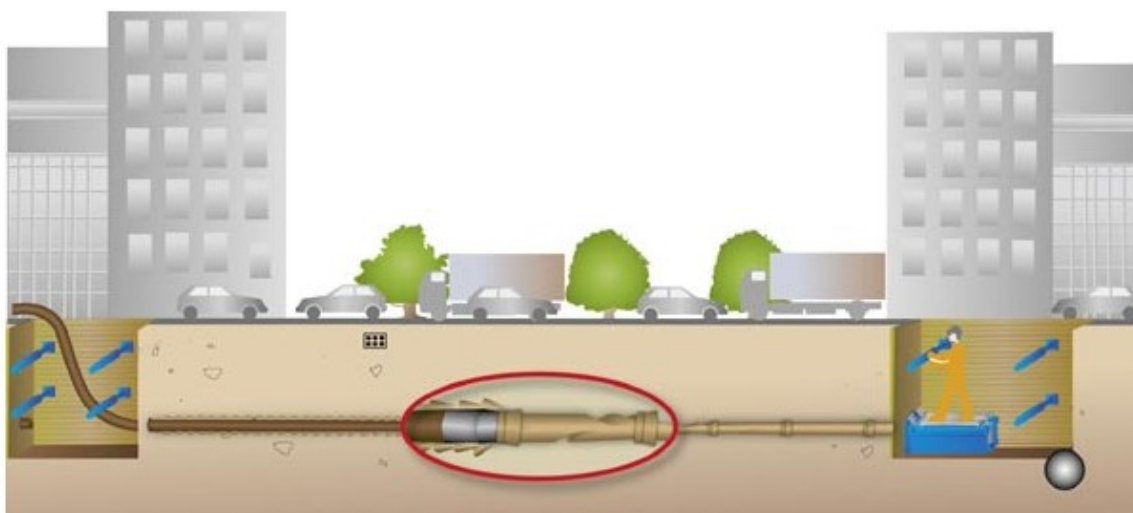
Tyto metody se používají v případech, kdy je výhodnější vést potrubí v původní trase. Kritéria pro tuto volbu mohou být nedostatek místa v okolní zemině (křížení dalších sítí technického vybavení) a ekonomická náročnost.

5.1.1 Trhání potrubí – pipe bursting

Jedna z metod, spadající do této kategorie, je metoda Berstlining. Technologie berstliningu je šetrná k životnímu prostředí. Metoda funguje na tom principu, že existující staré potrubí se roztrhá pomocí trhací hlavičky a vytlačí do okolní zeminy. Současně se vzniklá dutina rozšíří natolik, aby bylo možné zatáhnout potrubí stejných či větších rozměrů. Rozlišuje se dynamický a statický berstlining. Berstlining je vhodný zejména u starého potrubí z křehkého materiálu jako je azbestocement, kamenina nebo šedá litina. Při použití speciálních řezacích hlavic lze statickým berstliningem trhat rovněž potrubí z oceli nebo tvárné litiny. Nově

zatahované potrubí může mít stejnou světlost jako staré potrubí nebo větší potrubí v závislosti na použité velikosti rozšiřovací hlavy. Světlost lze zvýšit až o dva stupně. [9]

Princip metody je znázorněn na obrázku 5.2. V detailu je znázorněno trhání a zatlačování starého potrubí do okolní zeminy pomocí trhací hlavy.



Obrázek 5.2 Trhání potrubí [14]

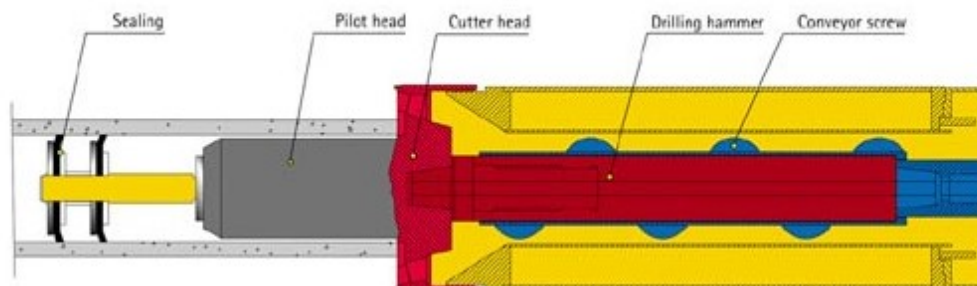
5.1.2 Vytahování starých trub – pipe extraction

Princip spočívá ve vytažení starého potrubí a současně zatažení nového potrubí. Pro realizaci je potřeba dvou pracovních šachet, kde v jedné je umístěno vytahovací zařízení, a ve druhé jsou umístěny nové trouby. Následně se stávajícím potrubím protáhne soustava tyčí nebo ocelové lano, na jejichž konce se připojí vytahovací zařízení. Na druhé straně se na adaptér tyče nebo lana osadí sestava tvořená kónicky rozšiřující se hlavou a zatahované trouby. Metoda je používána pro vytahování azbestocementového, ocelového, olověného nebo litinového potrubí. Výhodou je, že stávající potrubí nezůstává v zemi. [13]

5.1.3 Rozrušování potrubí – pipe eating

Technologie spočívá v použití tzv. pilotní hlavy, která slouží k zachování původní trasy potrubí. Za ní je následně umístěno vrtací zařízení, které rozdrtí materiál staré trouby. Materiál, vzniklý drcením starého potrubí, se transportuje za pomoci šnekového dopravníku do startovací šachty, odkud je následně odstraněn. Nové trouby jsou zatlačovány ze startovací šachty. Lze tak obnovit potrubí z kameniny a betonu. Tato technologie je použitelná do DN 800. Výhodou je rychlá instalace systému, jednoduchost systému a snadná manipulace. [10]

Schéma zařízení je znázorněno na obrázku 5.3. Je zde znázorněno těsnění, pilotní hlavu, řezací hlavici, vrtací kladivo a šnekový dopravník.



Obrázek 5.3 Zařízení pro metodu Pipe - eating [15]

5.2 VÝSTAVBA NOVÉ KANALIZACE, OBNOVA V NOVÉ TRASE

Obnova v nové trase v podstatě znamená výstavbu nové kanalizace. Může se jednat o výstavbu v nové trase, případně o nové položení potrubí ve stávající trase. Lze ji provádět pomocí otevřeného výkopu nebo bezvýkopovými metodami. Ty můžeme provádět s, anebo bez obsluhy na čelbě. Ty lze v tomto případě ještě dále dělit na neřízené metody bez obsluhy na čelbě a řízené metody bez obsluhy na čelbě.

5.2.1 Otevřený výkop

Otevřeného výkopu se využívá především v extravilánu, kde nehrozí zásah do vozovky a významné narušení provozu, pro pokládku nového potrubí, případně pro obnovu stávajícího potrubí. Dále se využívá pro obnovu vedení v nižších hloubkách. Dle NV 591/2006 Sb. se musí svislé boční stěny ručně kopaných výkopů zajistit pažením při hloubce výkopu větší než 1,3 m v zastavěném území a 1,5 m v nezastavěném území. Do strojem vyhloubených nezapažených výkopů nelze vstupovat, pokud jejich stěny nejsou zajištěny proti sesutí ochranným rámem, bezpečnostní klecí, rozpěrnou konstrukcí nebo jinou technickou konstrukcí. Strojně hloubené příkopy a jámy se svislými nezajištěnými stěnami, do kterých nebudou v souladu s technologickým postupem vstupovat osoby, lze ponechat nezapažené po dobu stanovenou technologickým postupem. [16]

5.2.2 Bezvýkopové technologie

Dle ČSN EN 12 889, Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení je možné bezvýkopové metody výstavby rozdělit na:

- metody s obsluhou na čelbě a bez ní,
- metody řízené a neřízené. [7]

Jelikož metody s obsluhou na čelbě se používají pro výstavbu podzemních vedení o větších profilech, jež nejsou předmětem této bakalářské práce, uvedu pouze výčet základních metod v závěru kapitoly.

Metody bez obsluhy na čelbě

Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

Přesnost a směrové vedení jsou u neřízených metod ovlivňovány především vlastnostmi horninového prostředí, jimiž podzemní vedení bude procházet (zvláště vrstevnatostí a změnou zrnitosti) a délkou protlaku. Z těchto důvodů jsou tyto metody omezeny pouze na ukládání těchto podzemních vedení, u kterých není vyžadována směrová přesnost. Mezi tyto metody patří:

- metoda s propichovacím kladivem,
- metoda vodorovného beranění s uzavřeným čelem,
- metoda vodorovného zatlačování vodící trouby s rozšířenou hlavou,
- metoda vodorovného vrtání,
- metoda přímého vrtání. [7]

Řízené metody bez obsluhy na čelbě

Při použití těchto metod je podzemní vedení zatlačováno nebo zatahováno do zemního masivu s možností úprav směru po dobu výstavby. Z tohoto důvodu je vhodné tyto metody aplikovat zejména při výstavbě dlouhých úseků nebo úseků s předepsanou přesností položení. [7]

Mezi metody spadající do této kategorie patří například:

- metoda s roztlačováním zeminy,
- metoda protlaku s vodící troubou,
- metoda mikrotunelování.

Jelikož metodu mikrotunelování lze provádět v různých alternativách odstranění zeminy a zároveň se jedná o jednu z nejpoužívanějších metod obnovy stokové sítě, resp. výstavby nové stoky, rozvedu tuto metodu podrobněji.

Mikrotunelování

Mikrotunelování neboli MMS (Microtunnelling Machine system), případně AVN (Automatische Vortriebsmaschine Nassförderung) je nejpokrokovější technologie používaná pro ukládání podzemních vedení, jež dnes prakticky nemá žádné technické omezení. Jedná se o zmenšené, trvale řízené, plnoprofilové, tunelovací štíty, jejichž větší verze razily tunely pražského metra. Mikrotunelovací stroj je vyobrazen na obrázku 5.4. [17]

Hlavní znaky této technologie jsou kontinuální řízení, jež je prováděno pomocí laseru nebo gyroskopu, s přesností řádu desítek milimetrů na vzdálenost 100 metrů, trvalý přetlak v čelbě, který zabráňuje nadvýrubu (tj. zamezení změně směru vrtání) a vypadáváním horniny

na čelbě a tím pádem i poklesu nadloží. Dalším znakem metody je bezprostřední pokládka nového potrubí bez použití chrániček, pokud to není přímo účelem mikrotunelování. [17]

Jak bylo zmíněno výše, vytěžená zemina může být odstraněna několika metodami, a to konkrétně:

- šnekovým dopravníkem
- hydraulickým systémem
- podtlakovým systémem [7]



Obrázek 5.4 Mikrotunelování [38]

Metody s obsluhou na čelbě

Jak už z názvu vyplývá, jedná se o metody, při nichž se v podzemí při provádění ražby nachází jeden a více pracovníků.

K tomu je nutné dodržet minimální světlý profil 1000 mm. Z důvodů neustálého zvětšování ražených profilů již některé průřezy přesahují maximální velikost štol, která je podle ČSN 73 7501 16 m². [7]

U těchto metod mluvíme především o takzvaném štítování, což znamená použití k ražbě tunelovacích štítů. Štíty na bezvýkopovou výstavbu podzemních vedení jsou monolitické, svařované konstrukce. Nejčastěji mají kruhový průřez, avšak není to pravidlem. Mezi nekruhové profily patří například profil eliptický, či podkovitý. [7]

6 SANACE ŠACHET

Šachty jsou nedílnou součástí každé kanalizační sítě a stejně jako potrubí i ony podléhají opotřebení a vznikají v nich nejrůznější poruchy.

Mezi nejčastější poruchy na šachtách kanalizační sítě jsou:

- trhliny v poklopu, roštu nebo rámu/skruže;
- opotřebení rámu/skruže a/nebo poklopu hlavně na ploše přenášející zatížení;
- polohová změna rámu/skruže;
- rozdílné sednutí šachty oproti povrchu silnice. [6]

Sanace šachet může být prováděna lokálně anebo celkově. Mezi metody lokální patří například utěšňování pracovních spár a spojů mezi troubou a šachtou, popřípadě vzniklých trhlin. Další problematikou částí, která se opotřebovává, je dno šachty, a to působením agresivní odpadní vody, či mechanickými nečistotami, které se v kanalizaci vyskytují. Celková sanace spočívá například výstelkou ze sklolaminátu. [6]

Pro sanaci šachet se využívá několik druhů maltovin, jejíž volba závisí na typu poruchy, hladině podzemní vody a vůbec okolních podmínkách.

Na českém trhu se problematikou sanace šachet zabývá několik firem. Jedná se například o firmy HERMES TECHNOLOGIE s.r.o, firma ATALIAN CZ, s.r.o. (dříve TFN s.r.o.), WOMBAT s.r.o. a další.

Nyní uvedu několik metod a materiálů, používaných těmito firmami, pro rekonstrukci kanalizačních šachet.

6.1 OPRAVA RÁMU ŠACHTY

Vlivem nadměrného zatížení, použitím nesprávných, nebo nevyhovujících materiálů, mohou šachtové rámy klesat, zbořit se a tím způsobit problémy, například pro dopravu. [21]

Firma HERMES TECHNOLOGIE vyvinula metodu pro opravu nivelety rámu, jež spočívá v odstranění vrstvy okolního povrchu a nasazení speciálního rámu na vrchní část šachty. Prostor, který vznikne mezi rámem a okolním materiálem, se vyplní zálivkovou maltou ERGELIT, jež v tomto případě plní funkci vyrovnávací malty. Tato malta se dodává v několika variantách, které se liší zejména zrnitostí a složením. Jejich volba závisí na času opětovného zatížení šachty a rovněž pak velikosti vzniklých spár. Firma HERMES TECHNOLOGIE na svých internetových stránkách zobrazuje následující tabulku, kde označení 10 znamená zrnitost <1 mm, označení 35 znamená zrnitost <3,5 mm, označení 80 znamená zrnitost <8 mm a označení F znamená přítomnost vláken (tab. 6.1). [21]

Tabulka 6.1 Typy maltovin v závislosti na čase opětovného zatížení a velikosti spáry [21]

	Zatížitelná po 30 minutách*	Zatížitelná po 2 hodinách*	Zatížitelná po 12 hodinách*
Spáry od 1 mm	ERGELIT-superfix 10	ERGELIT-fix 10	ERGELIT-V 10
Spáry od 10 mm	ERGELIT-superfix 35 ERGELIT -superfix 35 F ERGELIT-rapid 40	ERGELIT-fix 35	ERGELIT-V 35
Spáry od 80 mm	ERGELIT-superfix 35 ERGELIT -superfix 35 F ERGELIT-rapid 40	ERGELIT-fix 80	ERGELIT-V 80

Na obrázku 6.1 je viditelný rám osazený na vrchní část šachty a maltová hmota ve vzniklém meziprostoru mezi rámem a vozovkou.

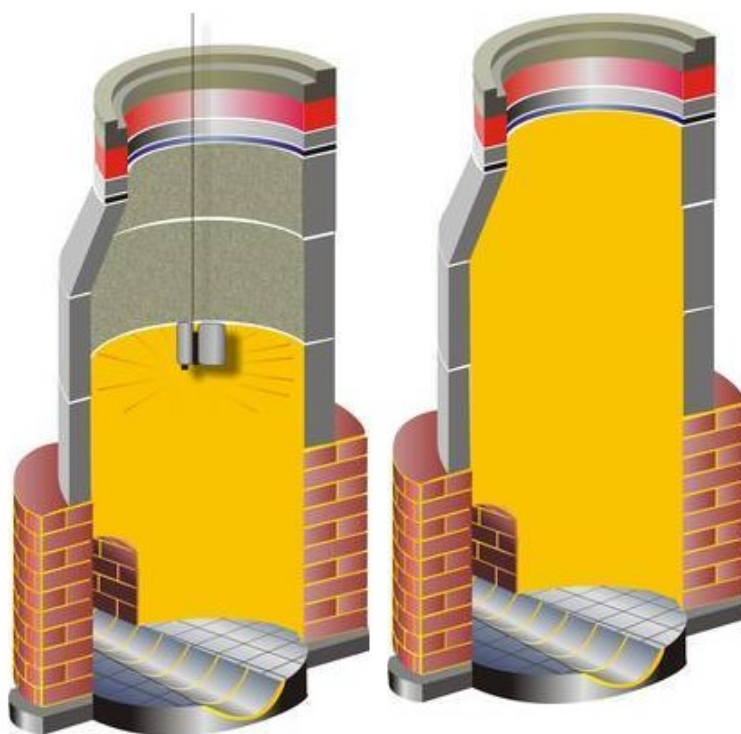


Obrázek 6.1 Oprava rámu šachty s nafukovacím bedněním [22]

6.2 PROVÁDĚNÍ VYSTÝLKY ŠACHET POMOCÍ MOTORU S ROTAČNÍ HLAVICÍ

Tento proces již dnešní technologie umožňuje provádět zcela automaticky. Systém změří hloubku šachty a vypočítá, kolik malty a času je zapotřebí pro nanesení krycí vrstvy v požadované tloušťce. Jakmile je systém nastaven do automatického režimu, spustí míchačku, čerpadlo, naviják a nástřikovou hlavici. Obsluha tedy musí pouze doplňovat míchačku a čekat, dokud není dosaženo naprogramované tloušťky nástřiku. [23]

Vlastní nanášení vystýlky probíhá přes rotační hlavici, která se při začátku činnosti nachází v dolní části šachty a postupně se vytahuje nahoru (obr. 6.2). [23]



Obrázek 6.2 Schéma nástřiku pomocí motoru s rotační hlaví [23]

6.3 INJEKTÁŽ SPÁR A TRHLIN

Tohoto postupu se využívá zejména při lokálním vnikání podzemní vody do šachty, kdy se z ekonomických anebo statických důvodů nevyplatí provést výstelku celé šachty.

Postup u této metody sanace šachet je velmi jednoduchý. Při výskytu vnikání vody trhlinami nebo spárami do šachty se dané místo očistí. Na povrchu u dané šachty se zřídí pracoviště pro míchání směsi, která se pak pod tlakem přivede k místu injektáže, kde se speciálním nástavcem do trhliny přivede injektážní směs (obr. 6.3). Směs se dostane až na druhou stranu konstrukce, tedy až do okolní zeminy. Tam a také v prostoru trhliny či spáry v šachtě po krátké době vytvrdne a tím dojde k ucpání vzniklé netěsnosti a zamezení vnikání nežádoucí vody do šachty. [24]



Obrázek 6.3 Vnikání podzemní vody do šachty a probíhající injektáž [24]

6.4 SPECIÁLNÍ SPÁROVACÍ MALTY

Speciální malty, k tomuto úkonu určené, utěsňují průsaky vody a některé typy lze použít dokonce i pod vodou. Malta se jako namíchaná hmota vtlačí do vyvrtaného otvoru nebo do poškozeného místa, tzn. - vtlačí se do místa průsaku a drží se tak dlouho, než malta ztuhne. Malta vytvoří vodotěsný, pevný povrch, který je odolný proti pronikání vody. [25]

6.5 ŠACHTOVÉ VLOŽKY

Metoda spočívá v zavedení nové šachty ze sklolaminátu do staré, renovované šachty. Za tímto účelem je nutno odstranit vrchní část šachty – kónus. Tato metoda respektuje dané podmínky jako jsou nominální šířka, hloubka, tvar kynety, ale umožňuje navíc to, že stará šachta nemusí být kompletně odstraněna vykopáním. Nová šachta plně přebírá všechna statická zatížení. [26]

Další výhodou systémů HOBAS Shaft-in-Shaft Systems je, že GRP Shaft Channels nepotřebují žádnou dílčí formu (obr. 6.4). To zajišťuje bezproblémovou implementaci všech požadovaných poloměrů a zataček pro připojení. Mezera mezi novou šachtou a stávajícími trubkami je přemostěna pomocí malých segmentů potrubí, které jsou trvale namontovány a utěsněny vrstvou GRP bez vytváření hřebenů v kanálech. Nakonec je laminát opět zcela utěsněn, prstenec vzniklý mezi novou a starou šachtou je vyplněn tekutou betonovou maltou a nástavba hřídele je obnovena. [27]



Obrázek 6.4 Metoda šachta v šachtě [27]

Například firma BHM s.r.o. dodává speciální vložky nasycené epoxidovou pryskyřicí, kterou vytvrdí působením UV lampy. Celý systém funguje na podobném principu, jako vytvrzování UV světlem vložek potrubí, které jsem popsal v kapitole 4.2.3.2. UV liner, vytvrzování UV světlem. [28]

7 VÝBĚR SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Tato problematika je v rámci rekonstrukcí kanalizačních sítí velmi podstatná, jelikož se významně podílí na celkové ekonomické náročnosti. Mimo jiné musíme zohlednit další parametry, a to například hydraulické vlastnosti, výběr materiálů, úpravu přípojek, omezená přístupnost a podmínky pro ukládání a další. [31]

7.1 PŘÍPRAVA PROJEKTU

Příprava pro projekt sanace je velmi náročný proces. Nejprve je nutné stanovit si požadovaný cíl, který má sanace splnit. Poté následuje posouzení současné provozuschopnosti systému, které obnáší provedení kamerových průzkumů, inspekci pochůzkou, či další metody. Tyto informace se shromáždí a vyhodnotí. Toto posouzení má pro volbu sanace rozhodující význam. Poznatky, získané z těchto průzkumů, se následně doplní hydraulickými průzkumy (měření průtokového množství, vytvoření a kontrola hydraulického modelu, posouzení hydraulické kapacity), průzkumy z hlediska životního prostředí (evidence zaústěných průmyslů, zemědělství apod. a posudek jejich vlivu na životní prostředí) a stavební průzkumy (příprava programů, jejich kontrola atd. a posouzení stavebního stavu). [31]

Tyto informace se opět vyhodnotí a jejich možnosti se porovnají s počátečními požadavky. V případě zjištění závad, ať už hydraulických, stavebních nebo týkajících se vlivu na životní prostředí, se zjistí příčina a vyhodnotí se možnosti jejich odstranění. Ty se následně zpracují do plánu sanace. Navržená opatření se následně provedou a opět musí následovat kontrola hydraulická, stavební a kontrola vlivu na životní prostředí. V případě zjištěných nedostatků se musí aktualizovat plán sanace. [31]

7.2 SHROMAŽĎOVÁNÍ INFORMACÍ

Spektrum informací o stokové síti, které se v rámci projektu mohou shromažďovat, je opravdu široké. Doporučuje se provádět shromažďování a posuzování všech dostupných a odpovídajících důležitých informací o systému stokových sítí které budou podkladem pro následné plánování všech dalších činností. Jedná se například o:

- polohu, stavební materiály, rozměry stok a kanalizačních přípojek včetně výústních stok;
- potřebná povolení a právní požadavky;
- druh a množství průmyslových vod;
- dosavadní kontroly (průzkumy);
- předešlé hydraulické výpočty;
- výpočty a posouzení vlivu na životní prostředí;
- stavební stav stávajících stok a kanalizačních přípojek;
- hladiny a průtočné rychlosti podzemní vody;
- a další.

Na základě posouzení těchto informací se stanoví případné další informace nutné pro diagnostiku a posouzení stávajícího systému. [31]

7.3 STAVEBNĚ TECHNICKÝ STAV

Jak již bylo uvedeno výše, stavebně technický stav je jedním ze základních kritérií pro rozhodnutí o akutnosti rekonstrukce, popřípadě přímo sanační metody.

Nejdříve však musíme stavebně technický stav stokové sítě zjistit. To se provádí například kamerovým průzkumem stoky a šachet nebo třeba inspekční pochůzkou.

Zjištěné informace je nutno zpracovat a jednotlivé části stokové sítě roztřídit, aby s nimi mohlo být dále pracováno. Za tímto účelem lze použít například Metodiku hodnocení technického stavu kanalizační sítě, kterou zpracoval doc. Ing. Raclavský Ph.D. Tato metodika popisuje a rozděluje jednotlivé části stokové sítě do pěti kategorií K1-K5, jejichž charakteristika je uvedena v tabulce 7.1.

Tabulka 7.1 Vyhodnocení stavu kanalizace [32]

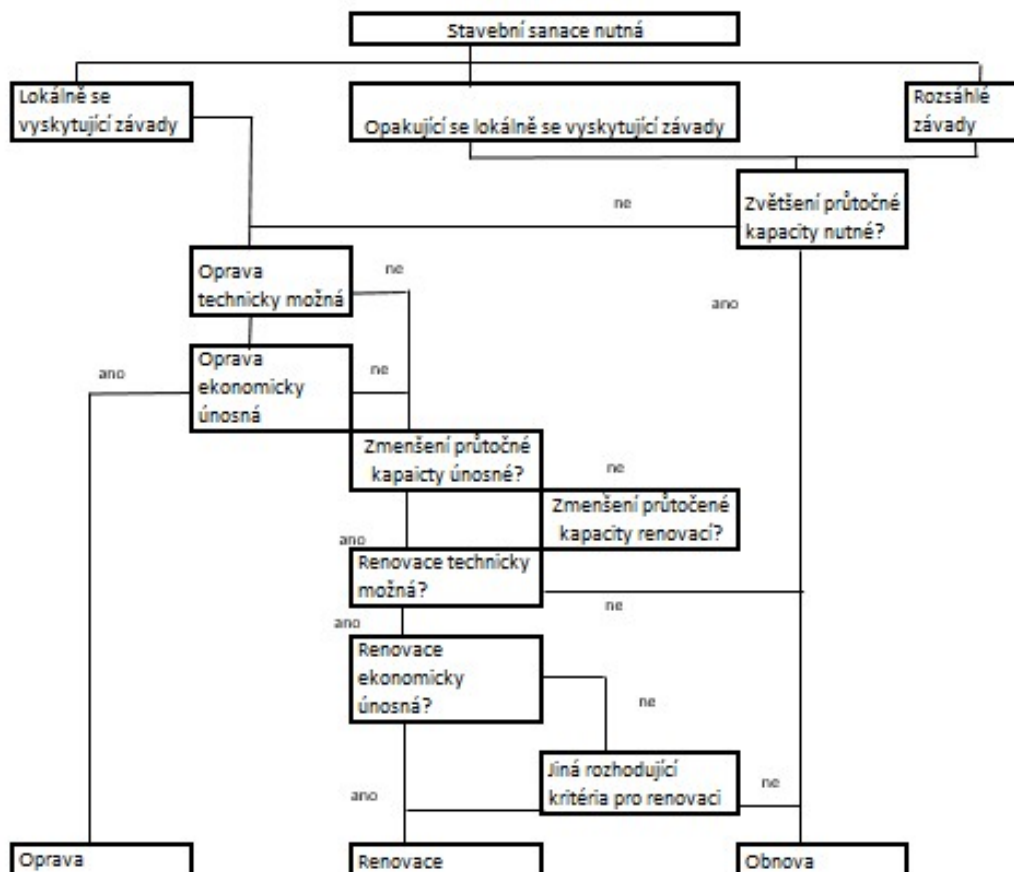
Kategorie	Stav	Popis
K1	velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období
K2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti
K3	vyhovující	Průměrné hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.
K4	kritický	Kritické hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu
K5	nevyhovující	Nežádoucí nefunkční stav. Je požadováno dle možností provozovatele okamžité řešení, které povede k dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele

Jak z tabulky 7.1 vyplývá, je nutno pracovat i s časovým horizontem. Pro jednotlivé kategorie se může jednat o řády několika málo dnů v případě kritického stavu, ale i několika let. Závisí to hlavně na druhu a počtu poruch na stokové síti, které mohou být například:

- u potrubí
 - nepřípustné trhliny, deformace
 - otevřené, poškozené nebo posunuté spoje;
 - vadné napojení kanalizačních přípojek;
 - vrůstání kořenů, infiltrace, usazeniny;
 - poklesy, zlomy;
 - koroze,
- u šachet
 - trhliny v poklopu, roštu nebo rámu/skruže;
 - opotřebení rámu/skruže a/nebo poklopu hlavně na ploše přenášející zatížení;
 - polohová změna rámu/skruže; rozdílné sednutí šachty a silnice. [6] [31] [32]

7.4 ROZHODOVACÍ PROCES

Když jsou součásti stokové sítě zatříděny do jednotlivých kategorií, je nutné se rozhodnout, jaký způsob sanace se na daný úsek či objekt bude používat. Je tedy třeba si položit si otázky: Je daná stoková síť provozuschopná? Vyplatí se vůbec provádět opravu anebo je lepší a výhodnější položit nové potrubí? ČSN EN 752-5 obsahuje obrázek 7.1.



Obrázek 7.1 Rozhodovací proces k volbě vhodného stavebního řešení [31]

Výběr sanační metody tedy vychází ze stavebně technického stavu potrubí a šachet a technických parametrů sanačních metod.

8 STUDIE ALTERNATIV VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ

8.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

8.1.1 Identifikační údaje stavby

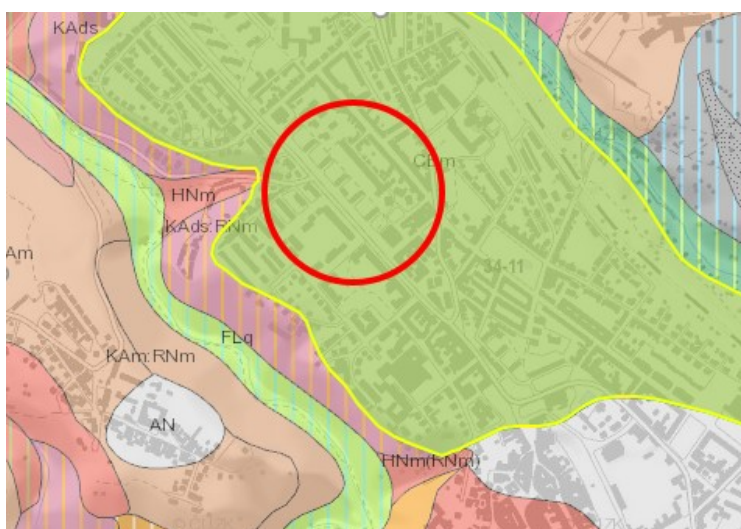
Název stavby:	Znojmo – rekonstrukce kanalizace
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Znojmo
Katastrální území:	k.ú. Znojmo – město
Charakter stavby:	rekonstrukce
Investor:	Vodárenská akciová společnost, a.s.
Provozovatel dokončené stavby:	Vodárenská akciová společnost, a.s.

8.1.2 Poměry geomorfologické a hydrologické

Oblast povodí Dyje na území ČR leží na rozhraní systému Hercynského a Alpsko-Himalájského. Do oblasti povodí zasahují dvě provincie – Česká vysočina (Český masív) a Západní Karpaty, které ve směru JZ-SV rozdělují území povodí na dvě zhruba stejně velké části. Styk obou provincií představuje Dyjsko – svratecký úval a Vyškovská brána. Hlavním tokem oblasti povodí Dyje je řeka Dyje. Po stránce hydrologické patří oblast povodí Dyje do úmoří Černého moře a vodu odvádí prostřednictvím řeky Dyje do Moravy a následně do Dunaje.

8.1.3 Typy půd v oblasti

V celé zájmové oblasti, dle informací ze serveru www.geology.cz, dominuje modální černozem – CE-m.



Obrázek 8.1 Typy půd v oblasti [geology.cz]

8.1.4 Geologické poměry v oblasti

Tabulka 8.1 Geologické poměry v oblasti [www.geoportal.cz]

Hornina	biotitické a dvojslídité granity a granodiority, místy deformované a metamorfované
Éra	Předvariská intruziva a intruziva neznámého stáří (často deformovaná a metamorfovaná)
Oddělení	předvariská intruziva a neznámého stáří

8.1.5 Popis současného stavu

Část stokové sítě určené k rekonstrukci je znázorněna na následujícím obrázku červenou barvou.



Obrázek 8.2 Lokace vybrané části stokové sítě [zdroj: Pavel Dvořák]

Studie se zabývá vybranou částí stokové sítě, která se nachází ve městě Znojmo, konkrétně pak v jeho městské části Znojmo – město. Jedná se o část kanalizace mezi šachtami 1334 a Š 420. Na vybranou část jsou napojeny vesměs panelové domy. Jedinou výjimku tvoří budova České pošty. Jedná se tedy o zástavbu sídlištního charakteru. To znamená velký podíl zpevněných ploch.

Jak je patrné z obrázku, velká část vybrané části stokové sítě je vedena pod asfaltovým parkovištěm a do ní zaústění odbočky jsou vedeny v zelených pásích a pod chodníky.

Vybraná část stokové sítě je zaústěna do stoky, která je vedena pod ulicí Pražská. Tato stoka je v místě napojení kruhová, DN 800 a ze železobetonu.

Na části stokové sítě, pro kterou je tato studie zpracovávána, se vyskytují DN 300 a DN 400 z materiálů beton a kamenina. Popis délek, dimenzí a materiálů jednotlivých úseků je uveden v následující tabulce.

Celková délka řešené části stokové sítě je 672,6 metrů, je tvořena 35 - ti úseky a nachází se na ní 36 revizních šachet.

Označení úseků vychází ze systému ISYBAU, který umožňuje vzájemnou interakci mezi kamerovými průzkumy na stokových sítích a GIS systémy. [40]

Tabulka 8.2 Délky, dimenze a materiál stávajícího potrubí [zdroj: Pavel Dvořák]

Ozn. úseku	Délka [m]	DN [mm]	Mat.	Ozn. úseku	Délka [m]	DN [mm]	Mat.
115322	21,9	300	BET	116474	10,1	300	BET
115323	7,0	300	BET	116192	30,2	400	BET
116195	10,7	300	BET	123295	32,4	300	BET
116196	10,1	300	BET	116193	29,6	400	BET
116197	10,1	300	BET	116477	6,4	300	BET
115786	30,3	300	BET	116475	17,1	300	BET
119696	14,7	300	KAM	116476	13,4	300	BET
116198	11,0	300	KAM	121594	8,4	400	BET
122632	23,0	400	BET	116481	22,9	400	BET
115787	5,0	400	BET	116478	33,0	300	BET
116199	23,3	300	BET	116194	29,7	400	BET
116200	7,4	300	BET	116479	8,6	300	BET
124367	30,5	400	BET	116480	31,3	300	BET
116201	29,7	300	BET	122161	30,2	400	BET
115543	25,7	400	BET	115873	34,0	300	BET
116138	3,9	400	BET	125206	15,7	400	BET
116202	8,1	300	BET	118032	37,5	400	BET
116203	9,7	300	BET				

Tabulka 8.3 Délky potrubí v závislosti na dimenzi a materiálu v současném stavu [zdroj: Pavel Dvořák]

MATERIÁL	DN 300	DN 400
BET	354,6	292,3
KAM	25,7	0,0

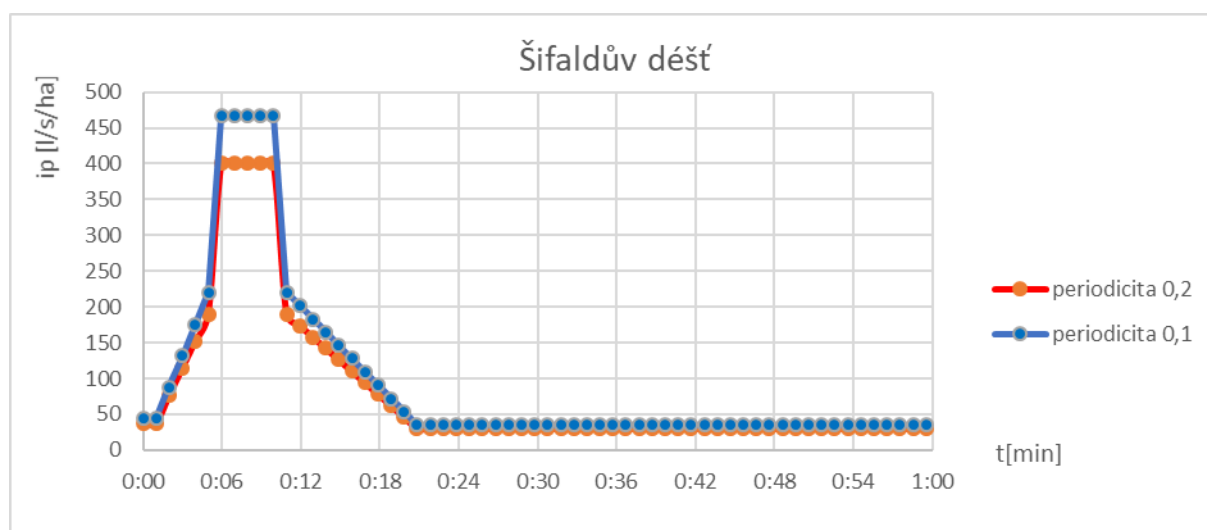
8.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Návrh sanačních technologií je možné provádět až po ověření kapacity potrubí a vyhodnocení kamerového záznamu. Z tohoto důvodu byla zájmová oblast převedena do simulačního programu SWMM (Storm Water Managment Model), což je program vyvinutý agenturou U.S. EPA. Jedná se o dynamický, srážko-odtokový simulační model používaný pro jednu událost nebo dlouhodobé simulace odtokového množství a kvality vod.

8.2.1 Zatěžovací stavy

Posudek byl proveden pro dva různé zatěžovací stavy, které se liší periodicitou zatěžovacího deště. Pro výpočet byly s ohledem na typ zástavby použity periodicity deště 0,2 a 0,1, tedy pětiletý a desetiletý dešť. Tyto dešťové řady byly následně použity v programu SWMM z důvodů ověření hydraulické kapacity. Pro současný stav byla uvažována drsnost potrubí z betonu i z kameniny 0,015 metru. [33]

Jako zátěžové byly použity syntetické Šifaldovy deště, jejichž průběhy jsou znázorněny v následujících tabulkách a grafech.



Obrázek 8.3 Graf průběhu deště při různých periodicitách [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]

Tabulka 8.4 Zatěžovací déšť, periodicita 0,2 [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]

Periodicita					
0,2					
čas [h:min]	intenzita		čas [h:min]	intenzita	
	i [l/s/ha]	i [mm/hod]		i [l/s/ha]	i [mm/hod]
0:01	38	13,68	0:31	30	10,80
0:02	76	27,37	0:32	30	10,80
0:03	114	41,05	0:33	30	10,80
0:04	152	54,74	0:34	30	10,80
0:05	190	68,42	0:35	30	10,80
0:06	400	144,04	0:36	30	10,80
0:07	400	144,04	0:37	30	10,80
0:08	400	144,04	0:38	30	10,80
0:09	400	144,04	0:39	30	10,80
0:10	400	144,04	0:40	30	10,80
0:11	190	68,42	0:41	30	10,80
0:12	174	62,66	0:42	30	10,80
0:13	158	56,90	0:43	30	10,80
0:14	142	51,13	0:44	30	10,80
0:15	126	45,37	0:45	30	10,80
0:16	110	39,61	0:46	30	10,80
0:17	94	33,85	0:47	30	10,80
0:18	78	28,09	0:48	30	10,80
0:19	62	22,33	0:49	30	10,80
0:20	46	16,56	0:50	30	10,80
0:21	30	10,80	0:51	30	10,80
0:22	30	10,80	0:52	30	10,80
0:23	30	10,80	0:53	30	10,80
0:24	30	10,80	0:54	30	10,80
0:25	30	10,80	0:55	30	10,80
0:26	30	10,80	0:56	30	10,80
0:27	30	10,80	0:57	30	10,80
0:28	30	10,80	0:58	30	10,80
0:29	30	10,80	0:59	30	10,80
0:30	30	10,80	1:00	30	10,80

Tabulka 8.5 Zatěžovací déšť, periodicita 0,1 [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]

Periodicita					
0,1					
čas [h:min]	intenzita		čas [h:min]	intenzita	
	[l/s/ha]	[mm/hod]		[l/s/ha]	[mm/hod]
0:01	44	15,84	0:31	35	12,60
0:02	88	31,69	0:32	35	12,60
0:03	132	47,53	0:33	35	12,60
0:04	176	63,38	0:34	35	12,60
0:05	220	79,22	0:35	35	12,60
0:06	467	168,17	0:36	35	12,60
0:07	467	168,17	0:37	35	12,60
0:08	467	168,17	0:38	35	12,60
0:09	467	168,17	0:39	35	12,60
0:10	467	168,17	0:40	35	12,60
0:11	220	79,22	0:41	35	12,60
0:12	202	72,74	0:42	35	12,60
0:13	183	65,90	0:43	35	12,60
0:14	165	59,42	0:44	35	12,60
0:15	146	52,57	0:45	35	12,60
0:16	128	46,09	0:46	35	12,60
0:17	109	39,25	0:47	35	12,60
0:18	91	32,77	0:48	35	12,60
0:19	72	25,93	0:49	35	12,60
0:20	54	19,45	0:50	35	12,60
0:21	35	12,60	0:51	35	12,60
0:22	35	12,60	0:52	35	12,60
0:23	35	12,60	0:53	35	12,60
0:24	35	12,60	0:54	35	12,60
0:25	35	12,60	0:55	35	12,60
0:26	35	12,60	0:56	35	12,60
0:27	35	12,60	0:57	35	12,60
0:28	35	12,60	0:58	35	12,60
0:29	35	12,60	0:59	35	12,60
0:30	35	12,60	1:00	35	12,60

8.2.2 Poruchy na síti, hydraulické poměry v síti, současný stav stoky

Návrhu sanace předcházelo vyhodnocení kamerového průzkumu, jež byl na vybrané části stokové sítě vyhotoven. Kamerový průzkum byl proveden firmou VaS, a.s. Vyhodnocením kamerového záznamu jsem zjistil, že největší, respektive nejčastější porucha na vybrané části stokové sítě je biogenní síranová koroze.

Tento typ koroze betonu je způsobován produkty životních pochodů vyšších živočichů (moč, exkrementy) a bakterií, které vznikají při biologických pochodech. Látky, které jsou produkovány při těchto biologických pochodech, poškozují beton. Dochází k chemickým reakcím kyseliny sírové a cementu v betonu a jeho následnému úbytku. [36]



Obrázek 8.4 Síranová koroze a kořenový systém v potrubí [zdroj: videoinspekce, VaS, a.s.]

Další častou závadou na potrubí byl vnik kořenového systému do potrubí. Kořeny jsou nežádoucí, protože svou existencí v potrubí snižují průtočnou plochu potrubí a tím samozřejmě i průtočné množství. Kamerový průzkum na úseku 116474 odhalil až devadesátiprocentní ucpání potrubí kořenovým systémem.

Jednotlivé úseky byly zkontrolovány kamerou a byly zařazeny do kategorie K1-K5 dle metodiky doc. Ing. Raclavského, Ph.D, kterou jsem představil výše, a to v závislosti na závažnosti, četnosti a typu poruch (viz tab. 8.6)

K některým úsekům bohužel nebyly dodány kamerový záznamy, a proto nemohl být kamerový průzkum vyhodnocen a úseky nemohly být klasifikovány. Jedná se o úseky s označením 116195, 116196, 116197, 119696, 116202, 116203, 116477, 116475, 116479 a 118032.

Model stokové sítě byl tedy zatížen dvěma syntetickými dešti. Po hydraulických výpočtech, které byly provedeny v programu SWMM, se jako nejkrizovější jeví čas 11 minut při obou zvolených periodicitách. V tomto čase jsou všechny úseky hlavní větve (mezi šachtami ŠD 171 a Š 420) zahlceny a dochází k tlakovému proudění systémem. K tomuto jevu dochází i na všech ostatních úsecích systému. Také šachty jsou zahlceny a u některých z nich dochází k přetečení. Pro přehlednost uvádím následující tabulku, ve které jsou vypsány úseky a šachty, na kterých při jednotlivých periodicitách zátěžového deště dochází k přetečení.

Tabulka 8.6 Stav šachet, původní stav [zdroj: Pavel Dvořák]

Startovací šachta	Koncová šachta	Označení úseku	Stav šachet, původní stav, T = 11 minut			
			S. šachta p =0,2	K. šachta p =0,2	S. šachta, p =0,1	K. šachta, p =0,1
ŠD 171	ŠD 170	115322	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 170	ŠD 166	115323	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 169	ŠD 168	116195	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 168	ŠD 167	116196	nepřetéká	přetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 167	ŠD 166	116197	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 166	ŠD 163	115786	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 165	ŠD 164	119696	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 164	ŠD 163	116198	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 163	ŠD 162	122632	nepřetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 162	ŠD 159	115787	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 161	ŠD 160	116199	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 160	ŠD 159	116200	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 159	ŠD 157	124367	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 158	ŠD 157	116201	přetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 157	ŠD 746	115543	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 746	ŠD 152	116138	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 155	ŠD 154	116202	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 154	ŠD 153	116203	nepřetéká	přetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 153	ŠD 152	116474	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 152	ŠD 150	116192	nepřetéká	přetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 151	ŠD 150	123295	nepřetéká	přetéká	nepřetéká	přetéká
ŠD 150	ŠD 146	116193	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 148	ŠD 147	116477	přetéká	přetéká	přetéká	přetéká
ŠD 149	ŠD 147	116475	přetéká	přetéká	přetéká	přetéká
ŠD 147	ŠD 146	116476	přetéká	nepřetéká	přetéká	nepřetéká
ŠD 146	ŠD 145	121594	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 145	ŠD 143	116481	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 144	ŠD 143	116478	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 143	ŠD 140	116194	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 142	ŠD 141	116479	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 141	ŠD 140	116480	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 140	ŠD 138	122161	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 139	ŠD 138	115873	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 138	ŠD 137	125206	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká
ŠD 137	ŠD 420	118032	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká	nepřetéká

Pozn.: Přetečení znamená, že dochází k tzv. povodňovému stavu.

Jak je z tabulky 8.6 patrné, posuzovaná stoková síť nemá dostatečnou kapacitu a dochází k výtoku odpadních vod na terén (viz přílohy 1 a 2). Za účelem zkapacitnění bylo přikročeno k návrhu rekonstrukce vybrané části stokové sítě.

Jelikož nebylo provedeno měření skutečných průtoků na stokové síti, nebyla provedena ani **kalibrace a verifikace modelu**.

Tabulka 8.7 Klasifikace stavebně technického stavu úseků dle Raclavského [zdroj: Pavel Dvořák]

Ozn. úseku	Významné poruchy dle kamerového záznamu	Poruchy dle ATV	Kat. K
115322	Biog. síranová koroze, chybějící úlomky betonu, protispád, vyhnutí	LB, C	3
115323	Biog. síranová koroze, vylití betonu, protispád	HFB	3
115786	Biog. síranová koroze, chybějící úlomky betonu, protispád, vyhnutí, vnik kořenů do potrubí, zanesené spadiště	C, LB, SU	3
116198	Netěsnost spojů tl. 0.5 cm, podélná trhлина	RL	3
122632	Biog. síranová koroze, vnik kořenového systému, sediment 1/3 průřezu, protispád, vyhnutí	C, HP (5%)	3
115787	Silná biog. síranová koroze, Zateklý beton	LB, C, HFB	3
116199	Biog. síranová koroze, protispád, vyhnutí	LB, C	3
116200	Biog. síranová koroze, vnik kořenů do kanalizace	HP (5%)	3
124367	Překážka - železo ve spoji, vnik balastních vod, biog. síranová koroze, podélná trhлина, neodborně provedeno dno v RŠ	H, LL, RL	3
116201	Silná biog. síranová koroze, netěsnost spojů tl. 2 cm, viditelná okolní zemina, vznik kaveren, protispád, vyhnutí, netěsnící přípojka levá, podélná trhлина, profil zahlcen do 1/2 průřezu	LB, C, SL, RL,	4
115543	Biog. síranová koroze, protispád, vyhnutí, sediment do 1/3 profilu	LB, C	3
116138	Sediment do 1/4 profilu, biog. síranová koroze	C	3
116474	Vnik kořenů do systému kanalizace	HP (95%)	3
116192	Protispád, vyhnutí, biog. síranová koroze, podélná trhлина, viditelná okolní zemina, železo ve spoji	LB, RL, H (5%)	3
123295	Biog. síranová koroze, protispád, vyhnutí, netěsné napojení přípojky, chybějící úlomky betonu, podélná trhлина, přečnívající přípojka	C, LB, SL, SR	3,5
116193	Biog. síranová koroze, podélná trhлина	C, RL	3
116476	Netěsnost spojů až tl.2 cm, biog. síranová koroze, betonové nálitky, vnik kořenů, viditelná okolní zemina, chybějící kusy betonu, protispád, vyhnutí, zborcená trouba, zával	LL, LB, H, SR, C	4
121594	Překážka - železo ve spoji, biog. síranová koroze, nedokonalé napojení levé přípojky	H, C, SL	3
116481	Biog. síranová koroze, protispád, vyhnutí,	C, LB	3
116478	Silná biog. síranová koroze, netěsnost spojů tl. 1 cm, chybějící úlomky betonu, přečnívající přípojka protispád, vyhnutí, tvorba kaveren pod přípojkou, podélné trhliny, zborcená roupa	C, SL, LB, BT	4
116194	Netěsnost spojů tl. 2 cm, biog. síranová koroze, překážka, protispád, vyhnutí	H (5%), LB, C	3
116480	Zanesený průřez - vylití betonu	HFB	4,5
122161	Překážka - železo ve spoji, biog. síranová koroze, podélná trhлина	H, C, RL	3
115873	Silná biog. síranová koroze, netěsnost spojů tl. 3 cm, chybějící úlomky betonu, protispád, vyhnutí, vnik kořenů do potrubí, viditelná okolní zemina, vznik kaveren, přesahující přípojka levá, nedoléhající přípojka	BSB, SL, C	3,5
125206	Podélná trhлина, příčná trhлина RQ, trhliny síťového charakteru RX, překážka - železo ve spoji, protispád, vyhnutí	RL, RQ, RX, H, LB	3

Legenda: LB - protispád, vyhnutí, C - vnitřní koroze, HFB - odtoková překážka, SU - ucpané spadiště, BSB - díra(y) - viditelná zemina, SL - přípojka vlevo, RL - podélná trhлина, H - překážka - železo ve spoji, HP - vrůstání kořenů, LL - nedoražený spoj, BT - zborcená trouba(y), RQ - příčná trhлина, RX - trhлина síťového charakteru

Podobně byly vyhodnoceny i kamerové záznamy revizních šachet, které se na vybrané části stokové sítě nacházejí. Zde byl ale s kamerovým průzkumem ještě větší problém, jelikož k chybějícím záznamům přibýly ještě neúplné záznamy, které končily dříve, než se kamera dostala do šachty. Z toho důvodu byla provedena inspekce pochůzkou, šachty byly otevřeny a vyhodnocení a klasifikace stavu šachet proběhla na místě, rovněž metodikou podle Raclavského.

Tabulka 8.8 Klasifikace stavebně technického stavu koncových šachet úseků dle Raclavského [zdroj: Pavel Dvořák]

Ozn. úseku	Významné poruchy na koncové šachtě	Kat. K	Ozn. úseku	Významné poruchy na koncové šachtě	Kat. K
115322	Biog. síranová koroze	2	116474	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	1
115323	Biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu	3	116192	Bez kamerového záznamu	3
116195	Bez kamerového záznamu	2	123295	Biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu	3
116196	Bez kamerového záznamu	3	116193	Biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu	2
116197	Bez kamerového záznamu	3	116477	Bez kamerového záznamu	2
115786	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	3	116475	Bez kamerového záznamu	2
119696	Bez kamerového záznamu	2	116476	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	2
116198	Biog. síranová koroze	3	121594	Bez závad	1
122632	Biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu	3	116481	Biog. síranová koroze	2
115787	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	2	116478	Biog. síranová koroze	2
116199	Praskliny, biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu	3	116194	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	2
116200	Biog. Síranová koroze	2	116479	Bez kamerového záznamu	1
124367	Biog. síranová koroze, chybějící kusy betonu, špatně provedené dno	3	116480	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	2
116201	Kamerový průzkum končí před pohledem do šachty - bez kamerového záznamu	3	122161	Biog. síranová koroze	2
115543	Bez závad	1	115873	Biog. síranová koroze	2
116138	Bez závad	1	125206	Biog. síranová koroze	2
116202	Bez kamerového záznamu	1	118032	Bez kamerového záznamu	2
116203	Bez kamerového záznamu	1			

Tyto klasifikace slouží k tomu, aby majitel, resp. Provozovatel sítě zjistil, kterým úsekům a v jakém časovém horizontu se věnovat v rámci rekonstrukce sítě.

Stavebně technický stav startovacích šachet na krajních úsecích byl klasifikován číslem 3. Zde přikládám několik fotografií, které byly pořízeny při inspekční pochůzce v lokalitě.



Obrázek 8.5 Vnitřní prostor šachty ŠD 163 [zdroj: Pavel Dvořák]

Na obrázku 8.5 je zobrazen vnitřní prostor šachty ŠD 163. Jak je z obrázku patrné, na dně se tvoří sediment, stupadla již nejsou bezpečná, jelikož v místě jejich ukotvení do tělesa šachty chybí kusy betonu, je zde viditelná trhлина v betonu v rámu šachty.



Obrázek 8.6 Vnitřní prostor šachty ŠD 153 [zdroj: Pavel Dvořák]

Na obrázku 8.6 je viditelný vnitřní prostor šachty ŠD 153, která se nachází na konci úseku 116474. Stupadla jsou v dobrém stavu. Betonové části nejsou napadené biogenní síranovou korozi ani jinak mechanicky, či chemicky poškozeny.

8.2.3 Návrh metod rekonstrukce

Sanační metody byly voleny s ohledem na stav sítě a jejích částí. Návrh byl proveden ve dvou variantách, přičemž v první variantě jsem se snažil aplikovat pouze bezvýkopové metody, nejčastěji pak vystýlací metody renovace a obnovy. Ve druhé variantě pak byla zvažována a posuzována metoda obnovy stokové sítě otevřeným výkopem, který by mohl být použit, vzhledem k poloze posuzované stokové sítě (pod parkovištěm, pod zeleným pásem).

Varianty byly posuzovány z hydraulického hlediska, k čemuž byl opět použit program SWMM a deště, které byly použity jako zátěžové pro posudek současného stavu potrubí. Dalším kritériem posudku byla finanční náročnost obou variant.

Varianta 1 – Bezvýkopové technologie

Jak už bylo uvedeno, v této variantě byla snaha o aplikaci bezvýkopových metod rekonstrukce potrubí. Nejčastěji navržená sanační technologie je vystýlací metoda CIPP, konkrétněji pak inverzní rukávec vytvrzovaný teplou vodou. Původní návrh byl, aby byla celá stoka sanována pouze inverzním rukávцем, ale simulačním programem SWMM byla zjištěna nedostatečná kapacita a přetečení některých šachet. Bylo tedy přistoupeno k metodě Berstlining. Bylo počítáno i s rekonstrukcí šachet, která se bude provádět pouze u šachet, jejichž stavebně technický stav byl klasifikován čísly 2 a více. Rekonstrukce bude v této variantě řešena vnitřním nástřikem sanační hmoty pomocí motoru s rotační hlavou a výměnou některých šachet z technologických důvodů. Při aplikaci metody Berstlining je uvažováno zřízení stavební jámy. Cenu pro aplikaci Berstliningu poskytla stavební firma působící na českém trhu. Principy fungování těchto metod byly popsány v rešeršní části této bakalářské práce.

Návrh rukávce

K návrhu tloušťky rukávce byl použit CIPP Wall Thickness Calculator, jež je volně k dispozici na internetových stránkách společnosti Aegion, dříve nazývané Insituform. Po zadání parametrů, jako dimenze potrubí, tlak potřebný k inverzi (byl uvažován tlak 20 stop, což zhruba odpovídá 6 metrům vodního sloupce), ovalita a další, byly stanoveny dvě tloušťky rukávce z důvodů výskytu 2 dimenzí na posuzované síti. Drsnost CIPP vložky byla uvažována 0,01 metru. [35]

Tabulka 8.9 Navržená tloušťka rukávce v závislosti na DN původního potrubí [zdroj: Pavel Dvořák]

DN [mm]	t [mm]
300	6
400	7,5

Metodou Berstlining se bude zatahovat PE potrubí o drsnosti 0,007 mm. [33]

Pro zatažení inverzního rukávce bude třeba nejdříve dané potrubí vyčistit, vyfrézovat vylitý beton, který se na některých úsecích vyskytuje, a odfrézovat přesazené přípojky.

Tyto modifikace byly následně zakomponovány do výpočtového programu SWMM a opět byly provedeny simulace zatížením návrhovými dešti.

Výsledkem navržených sanačních postupů bylo zkapacitnění celé stoky. Simulací v programu SWMM bylo zjištěno, že stoka nyní pojme a bezpečně odvede odpadní vodu z oblasti.

Tabulka 8.10 Navržené sanační technologie, varianta 1 [zdroj: Pavel Dvořák]

Označení úseku	Stavebně -technický stav potrubí	Návrh sanační technologie
115322	3	Rukávec
115323	3	Rukávec, frézování
116195	-	Rukávec
116196	-	Rukávec
116197	-	Rukávec
115786	3	Rukávec, frézování
119696	-	Rukávec
116198	3	Rukávec
122632	3	Rukávec, frézování
115787	3	Rukávec, frézování
116199	3	Rukávec
116200	3	Rukávec, frézování
124367	3	Rukávec, frézování
116201	4	Rukávec, klobouk
115543	3	Rukávec
116138	3	Rukávec
116202	-	Rukávec
116203	-	Rukávec
116474	3	Rukávec, frézování
116192	3	Rukávec, frézování
123295	3,5	Rukávec, frézování, klobouk
116193	3	Berstlining
116477	-	Rukávec
116475	-	Rukávec
116476	4	Rukávec, klobouk
121594	3	Berstlining
116481	3	Berstlining
116478	4	Rukávec, klobouk
116194	3	Berstlining
116479	-	Frézování, rukávec
116480	4,5	Frézování, rukávec
122161	3	Berstlining
115873	3,5	Rukávec, frézování, klobouk
125206	3	Berstlining
118032		Berstlining

Cena navržených sanačních postupů

Bylo provedeno nacenění sanačních prací. Pro nacenění byly použity následující hodnoty:

Tabulka 8.11 Ceny sanačních technologií, Varianta 1 [36]

Položka	Cena	Jednotka
Rukávec pro DN 300	6 000	Kč/ bm
Rukávec pro DN 400	6 600	Kč / bm
Cena za opravenou přípojku	10 000	Kč /kus
Cena za frézování	5 000	Kč/kus
Cena nového potrubí	1 600	Kč / bm pro DN 500
Cena nástřiku šachty	10 000	Kč /1 m výšky
Cena Berstriling	4500	Kč/ bm
Cena nové šachty	28 044	Kč /kus

Tabulka 8.12 Ceny sanačních technologií na jednotlivých úsecích, Varianta 1

Ozn. úseku	Cena za sanační technologii	Cena za frézování, klobouky	Cena, Varianta 1 [Kč]
115322	131 400	0	131 400
115323	42 000	35 000	77 000
116195	64 200	0	64 200
116196	60 600	0	60 600
116197	60 600	0	60 600
115786	181 800	151 500	333 300
119696	88 200	73 500	161 700
116198	66 000	55 000	121 000
122632	151 800	115 000	266 800
115787	33 000	25 000	58 000
116199	139 800	0	139 800
116200	44 400	37 000	81 400
124367	201 300	152 500	353 800
116201	178 200	10 000	188 200
115543	169 620	0	169 620
116138	25 740	0	25 740
116202	48 600	0	48 600
116203	58 200	0	58 200
116474	60 600	50 500	111 100
116192	199 320	151 000	350 320
123295	194 400	182 000	376 400
116193	195 360	0	195 360
116477	38 400	0	38 400
116475	102 600	0	102 600
116476	80 400	10 000	90 400
121594	55 440	0	55 440
116481	151 140	0	151 140
116478	198 000	20 000	218 000
116194	196 020	0	196 020
116479	51 600	43 000	94 600
116480	187 800	156 500	344 300
122161	199 320	0	199 320
115873	204 000	190 000	394 000
125206	103 620	0	103 620
118032	247 500	0	247 500

Tabulka 8.13 Cena sanačních technologií šachet, Verianta 1 [zdroj: Pavel Dvořák]

Označení šachty	Hloubka šachty [m]	Sanační technologie šachty	Cena za sanační technologie
ŠD 171	2,62	Nástřík	26200
ŠD 170	3,16	Nástřík	31600
ŠD 166	3,23	Nástřík	32300
ŠD 169	1,33	Nástřík	13300
ŠD 168	1,44	Nástřík	14400
ŠD 167	1,48	Nástřík	14800
ŠD 166	3,23	Nástřík	32300
ŠD 163	4,06	Nástřík	40600
ŠD 165	2,66	Nástřík	26600
ŠD 164	3,15	Nástřík	31500
ŠD 162	3,96	Nástřík	39600
ŠD159	4,16	Netřeba sanovat	0
ŠD 161	1,43	Nástřík	14300
ŠD 160	2,70	Nástřík	27000
ŠD 157	3,98	Nástřík	39800
ŠD 158	3,45	Nástřík	34500
ŠD 746	4,08	Netřeba sanovat	0
ŠD 155	1,22	Nástřík	12200
ŠD 154	1,51	Netřeba sanovat	0
ŠD 153	1,50	Netřeba sanovat	0
ŠD 152	4,18	Netřeba sanovat	0
ŠD 150	3,69	Nová	28044
ŠD 151	3,25	Nástřík	32500
ŠD 146	4,07	Nová	28044
ŠD 148	1,14	Nástřík	11400
ŠD 147	1,92	Nástřík	19200
ŠD 149	1,82	Nástřík	18200
ŠD 145	4,07	Nová	28044
ŠD 143	3,95	Nová	28044
ŠD 144	3,05	Nástřík	30500
ŠD 140	3,92	Nová	28044
ŠD 142	2,86	Nástřík	28600
ŠD 141	2,89	Netřeba sanovat	0
ŠD 138	3,72	Nová	28044
ŠD 139	3,17	Nástřík	31700
ŠD 137	3,62	Nová	28044
ŠD 420	3,87	Nová	28044

Celková cena za rekonstrukci šachet činí 827 452 Kč.

Celková délka navržených inverzních rukávů je 498,6 metrů, Berstlining bude proveden na 174,0 metrech. V rámci navržených sanačních opatření bude proveden sanační nástřík na většině šachet, ale z technologických důvodů bude několik šachet vyměněno. Jedná se o 8 šachet, konkrétně ty s označením ŠD 150, ŠD 146, ŠD145, ŠD 143, ŠD 140, ŠD 138, ŠD 137 a ŠD 420. Na místě těchto šachet budou zřízeny stavební jámy pro aplikaci metody Berstlining. Cena jedné stavební jámy byla stanovena na 22 560 Kč, celkem tedy 180 480 Kč.

Celkové náklady byly stanoveny na 6 612 902 Kč. Na celkové sumě se nejvýrazněji podílely sanační technologie, tedy inverzní rukávce a Berstlining, a to hodnotou 4 147 470 Kč. Další zjišťovanou hodnotou byla cena za frézování a zřízení napojení přípojek tzv. klobouky. Tato cena byla stanovena na 1 457 500 Kč. Další položkou byla sanace šachet, resp. jejich výměna v celkové hodnotě 827 452 Kč. Nejmenší, i když stále podstatnou položkou bylo zřízení stavebních jam pro aplikaci metody Berstlining, a to 180 480 Kč.

Varianta 2 – otevřený výkop

V této variantě jsem volil tradiční postup rekonstrukce kanalizační sítě, a to otevřený výkop.

Pro návrh a posouzení byl opět použit simulační program SWMM. Součástí simulace byl i návrh nových dimenzí v systému. DN byla volena tak, aby bezpečně převedla dešť o periodicitě 0,1, to znamená desetiletý dešť.

Bylo uvažováno s novým PE potrubím o drsnosti 0,007 mm. [33]

Technologie rekonstrukce šachet otevřeným výkopem neumožňuje zachování původních šachet, z toho důvodu je v této variantě uvažováno s jejich výměnou.

Ceny otevřeného výkopu se lišily v závislosti na dimenzi pokládaného potrubí a typu povrchu, který bude výkopem znehodnocen a po pokládce opraven.

Pro výpočet cen za jednotlivé úseky byly použity hodnoty z tabulky 8.14.

Tabulka 8.14 Ceny otevřeného výkopu [36]

Nové potrubí	Cena dle povrchu [Kč/mb]		
	Asfalt*	Chodník**	Zelený pás***
DN 300	11950	9750	7550
DN 400	14550,0	12050	9550
DN 500	16800	14100	11400

*V cenách jsou zahrnuty náklady na řezání asfaltového krytu, odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tloušťce. 550 mm, hloubka výkopu 3 m. Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 30 m potrubí 1 ks šachty).

**Rozpočtové náklady předpokládají hloubku výkopu 3,0 m, náklady na odstranění a opětovnou výstavbu povrchu chodníku. Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 40 m potrubí 1 ks šachty).

*** Rozpočtové náklady předpokládají hloubku výkopu 2,60 m + 0,2 m sejmutí ornice. Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 50 m potrubí 1 ks šachty).

Z důvodu, že výkop není vždy v uvedených hloubkách, je nutná korekce cen. Metodika Ministerstva pro místní rozvoj udává +/- 10 % z ceny za každý započatý, respektive nedokončený půl metr výkopu. [36]

Tabulka 8.15 Ceny sanačních technologií na jednotlivých úsecích, Varianta 2 [zdroj: Pavel Dvořák]

Označení úseku	Délka [m]	Hloubka uložení potrubí [m]	DN [mm]	Povrch %			Cena [Kč]	Korekce ceny [Kč]
				Asfalt	Chodník	Zel. Pás		
115322	21,9	2,89	300	50	20	30	294 491	0
115323	7,0	3,19	300	0	0	100	241 222	0
116195	10,7	1,38	300	0	0	100	104 567	-31 370
116196	10,1	1,46	300	0	0	100	110 230	-33 069
116197	10,1	2,35	300	5	20	75	193 345	-19 335
115786	30,3	3,64	300	30	10	60	331 330	33 133
119696	14,7	2,91	300	0	10	90	225 719	0
116198	11,0	3,61	300	0	5	95	276 143	27 614
122632	23,0	4,01	400	0	10	90	392 980	78 596
115787	5,0	4,06	400	0	5	95	392 805	78 561
116199	23,3	2,07	300	0	0	100	155 908	-31 182
116200	7,4	3,43	300	0	5	95	262 738	26 274
124367	30,5	4,07	400	15	5	80	424 297	84 859
116201	29,7	3,71	300	0	5	95	284 569	42 685
115543	25,7	4,03	400	0	5	95	389 903	77 981
116138	3,9	4,13	400	0	0	100	394 415	98 604
116202	8,1	1,37	300	0	0	100	103 058	-30 917
116203	9,7	1,51	300	0	0	100	113 628	-34 088
116474	10,1	2,84	300	0	0	100	214 420	0
116192	30,2	3,94	400	15	5	80	410 224	82 045
123295	32,4	3,47	300	0	40	60	292 521	29 252
116193	29,6	3,93	500	50	20	30	433344	86669
116477	6,4	1,53	300	0	0	100	115 515	-34 655
116475	17,1	1,87	300	0	10	90	145 299	-29 060
116476	13,4	3,00	300	0	0	100	226 123	22 612
121594	8,4	4,07	500	0	0	100	95760	19152
116481	22,9	4,01	500	30	10	60	304341	60868
116478	33,0	3,50	300	0	10	90	271 950	27 195
116194	29,7	3,94	500	0	20	80	354618	70924
116479	8,6	2,88	300	0	0	100	217 063	21 706
116480	31,3	3,41	300	0	10	90	264 569	26 457
122161	30,2	3,82	500	30	10	60	401358	60204
115873	34,0	3,44	300	0	50	50	297 992	29 799
125206	15,7	3,67	500	10	5	85	189578	18958
118032	37,5	3,75	500	60	10	30	559125	83869

Pozn.: Mínusové položky ve sloupci Korekce ceny [Kč] znamenají odečet od původní ceny z důvodů mělčího výkopu, než udává metodika. V tabulce jsou modře zvýrazněny dimenze, které byly zvětšeny, z kapacitních důvodů. Jedná se o úseky na hlavní stoce od šachty ŠD 150 až po koncovou šachtu Š 420.

V tabulce 8.16 jsou shrnuty vzdálenosti pod jednotlivými typy povrchů v závislosti na dimenzi.

Tabulka 8.16 Délky potrubí pod příslušnými povrchy [zdroj: Pavel Dvořák]

Nové potrubí	Délky potrubí [m]		
	Asfalt	Chodník	Zel. pás
DN 300	20,545	51,405	308,35
DN 400	9,1	6,9	102,3
DN 500	54,8	21,705	97,495

S ohledem na tabulkové hodnoty uvažujícími s rozmístěním šachet po jistých vzdálenostech (30 metrů asfalt, 40 metrů chodník, 50 metrů otevřený terén) bylo nutné zjistit, s kolika šachtami již bylo počítáno a kolik zbývajících je nutné ještě přičíst. Celková hodnota této korekce činí 668 081 Kč.

Tabulka 8.17 Počet šachet uvažovaných pro výměnu z tabulkových hodnot

	Asfalt	Chodník	Zel. pás
Délky pod povrchem [m]	84,5	80,0	508,2
Šachty po vzdálenosti [m]	30	40	50
Uvažováno šachet	3	2	10

Jak z tabulky 8.17 vyplývá, je nutno započítat zbývajících 21 šachet (celkový počet 36). Při uvažování tabulkové hodnoty 28 044 Kč bude tato položka činit 588 924 Kč.

Shrnutí finanční náročnosti varianty 2

Celková cena pokládky potrubí při uvažování této varianty rekonstrukce stokové sítě dle tabulkových hodnot sítě 6 605 343 Kč. Zde je nutné udělat korekci s ohledem na hloubky výkopu. Po tomto úkonu je nutné k celkové sumě přičíst dalších 668 081 Kč. Dále je nutné přičíst cenu za šachty, jež nebyly uvažovány tabulkovými hodnotami, celkem 588 924 Kč. Celková cena za variantu 2 tedy činí 7 862 347 Kč.

8.2.4 Porovnání variant a závěrečné zhodnocení

Obě metody lze porovnat z mnoha hledisek. Nejdůležitějším kritériem je bezpečné odvedení odpadních vod. Toto kritérium splnily obě metody, jak prokázal simulační program SWMM.

Dalším posuzovaným kritériem byla ekonomická náročnost. Celkové náklady pro návrh rekonstrukce u varianty 1 byly stanoveny na 6 612 902 Kč. U varianty 2 se celkové náklady vyšplhaly až na 7 862 347 Kč, což je o 1 249 445 Kč více. Uvedené ceny jsou samozřejmě pouze orientační, mohly by se doplnit o přeložky inženýrských sítí, dopravu materiálu, průzkumné geologické a geotechnické práce a podobně.

Rovněž by měla být brána v úvahu míra ovlivnění obyvatelstva. Při otevřeném výkopu bude tato míra maximální, naopak u bezvýkopových technologií minimální. Také zábor plochy nebude u bezvýkopových ploch tak rozsáhlý. Bude třeba pouze otevřít šachty pro zatahování

inverzních rukávců a vykopat 8 šachet pro aplikaci metody Berstlining. Některé úseky zasahovaly do vozovky, tudíž i míra ovlivnění dopravy by nebyla tak rozsáhlá oproti rekonstrukci otevřeným výkopem.

Výsledky vypracovaných dvou variant ve všech ohledech odkazují k použití bezvýkopových technologií. Tato metoda byla levnější, provádění bude rychlejší a míra ovlivnění běžného života obyvatelstva bude menší.

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo seznámit se s problematikou rekonstrukcí stokových sítí. To bylo provedeno v úvodní části této bakalářské práce seznámením se s bezvýkopovými technologiemi pro danou technickou oblast. Dalším cílem byla následná aplikace získaných vědomostí na reálnou oblast, konkrétně část města Znojma, Znojmo – město, sídlištní oblast ulice Pražská.

Řešená lokalita je sídlištního charakteru, nachází se zde panelové domy nepřesahující 8 podlaží. Dále se v lokalitě nachází pobočka České pošty. U panelových domů se nachází velké parkoviště kopírující směr ulice Pražská.

V rámci mé bakalářské práce byl vyhodnocen kamerový průzkum, který provedla a dodala firma VaS, a.s., která je současně provozovatelem sítě. Vyhodnocením těchto kamerových průzkumů byly zjištěny poruchy na stokové síti, přičemž nejčastější a nejzásadnější poruchou byla biogenní síranová koroze.

V simulačním programu SWMM byla řešená síť v současném stavu zatížena návrhovými dešti o periodicitách 0,1 a 0,2, tedy desetiletým a pětiletým deštěm. Simulací byla zjištěna nedostatečná kapacita potrubí při uvažování obou dešťů a bylo tedy přikročeno k návrhu rekonstrukčních prací.

Byly provedeny dva návrhy rekonstrukce kanalizace, přičemž při první alternativě byla uvažována pouze aplikace bezvýkopových technologií, konkrétně se jednalo o metodu zatahování inverzního rukávce a metodu Berstlining. Ve druhé alternativě byl uvažován otevřený výkop pro obnovu stávajícího potrubí v původní trase. Tato varianta návrhu byla více bezpečná ve smyslu míry zatopení šachet oproti variantě 1 (viz přílohy 6-9). Alternativa rekonstrukce stokové sítě otevřeným výkopem patří na našem území mezi nejpoužívanější alternativy. Je k ní přistupováno v případech, kdy jsou ostatní inženýrské sítě nebo liniové dopravní stavby (např. silnice) v nevyhovujícím stavu a je potřeba je rovněž zrekonstruovat. Jde o snahu koordinovat tyto práce.

Obě tyto alternativy byly poté opět nasimulovány v programu SWMM, kde se ověřila dostatečná kapacita potrubí při navržených alternativách. Následně byly obě varianty naceněny pomocí metodiky vydané Ministerstvem pro místní rozvoj a podle dalších zdrojů a vzájemně porovnány. Z porovnání vychází lépe bezvýkopová varianta, je levnější, rychlejší a neovlivňuje tolik běžný život obyvatelstva. Jediná porovnávaná vlastnost, vycházející lépe pro variantu 2, je větší kapacita stoky, byť dostatečnou kapacitu pro návrhové zatěžovací deště zajišťují obě varianty.

10 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] How to Seal Collection Systems Efficiently? [online]. Baden, Austria: Tesseract [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.sanipor.com/en/technology/>
- [2] PE potrubí: Průvodce sortimentem [online]. 1. Kostelec nad Labem: Wavin Ecoplast, 2017 [cit. 2018-02-25]. 0103 17-000. Dostupné z: https://www.wavinacademy.cz/wp-content/uploads/2015/08/Katalog_PE_potrubi_2017.pdf
- [3] KONEČNÝ, J. Bezvýkopová CIPP oprava kanalizačního potrubí technologií REPO-LINER. Ekodisk [online]. 2000, 2000, (6) [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf/4d735ff9c7e64b58c12569e7001a2d9c/07334b9d851df20cc1256c370072c850?OpenDocument>
- [4] METODA KAWO – Bezvýkopová inverzní technologie pro sanaci kanalizačních sběračů. Wwww.wombat.cz [online]. Brno: wombat [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/>
- [5] Bezvýkopová metoda UV liner. Wwww.bhm.cz [online]. Olomouc: bhm [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <http://bmh.cz/nase-sluzby/bezvykopova-metoda-uv-liner/>
- [6] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALANÍK. Rekonstrukce vodo hospodářských sítí [online]. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006 [cit. 2018-03-03].
- [7] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Bratislava: Jaga, c2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [8] Rib Loc Pipe Renovation keeps Sydney's Traffic Flowing [online]. In: . [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <http://astt.com.au/newsletters/Article7.htm>
- [9] Potrubí z tvárné litiny pro bezvýkopové technologie [online]. Rudná, Česká republika: Duktus [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: http://www.duktus.cz/prospekt_dok/bezvykopove_tlg.pdf
- [10] Pipe eating. In: Nodig-bau.de [online]. Germany: nodig-bau [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: https://www.nodig-bau.de/?cmd=techniques&object_id=13
- [11] Berolina-Liner System [online]. Velten, Germany: BKP Berolina Polyester GmbH & Co., 2016 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.bkp-berolina.de/en/berolina-liner-system/technical-data/>
- [12] Berolina-Liner [online]. Velten, Germany: BKP Berolina Polyester GmbH & Co., 2016 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: http://www.bkp-berolina.de/uploads/tx_a1teasermenu/Kanalsanierung_mit_dem_Schlauchliner_Berolina-Liner_der_BKP_Berolina_01.jpg

- [13] ISTT - The International Society For Trenchless Technology: Guidelines. ISTT [online]. United kingdom: ISTT, 2018 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.istt.com/guidelines>
- [14] Static Pipe Bursting [online]. Germany: NODIG [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: https://www.nodig-construction.com/index.cfm?cmd=techniques&object_id=18
- [15] Pipe-Eating [online]. Germany: NODIG [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: https://www.nodig-construction.com/index.cfm?cmd=techniques&object_id=17
- [16] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. 2016.
- [17] BRABEC, Pavel. Využití mikrotunelování pro bezvýkopové ukládání podzemních vedení. Stavební investorské noviny[online]. Zlín: tvstav, 2012, 2012 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://tvstav.cz/clanek/2321-vyuziti-mikrotunelovani-pro-bezvykopove-ukladani-podzemnich-vedeni>
- [18] 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů. In: . 2001, číslo 274.
- [19] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů. In: .
- [20] ČSN EN 752, Odvodňovací systémy vně budov. Český normalizační institut, 2008.
- [21] MALTY S ČASOVOU PŘEDNOSTÍ PRO ZALÉVACÍ PRÁCE. HERMES TECHNOLOGIE [online]. PRAHA, 2015 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/sanacni-postupy/regulace-sachtovych-ramu-zalivkove-malty/malty-s-casovou-prednosti-pro-zalevacni-prace.html>
- [22] DRŽÁK NIVELETY ŠACHTOVÉHO RÁMU. HERMES TECHNOLOGIE [online]. PRAHA, 2015 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/vyrobky/produkty/drzak-nivelety-sachtovych-ramu.html>
- [24] INJEKTÁŽ MALTOU ERGELIT-KBI. HERMES TECHNOLOGIE [online]. PRAHA, 2015 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/sanacni-postupy/vystavba-a-sanace-kanalizaci/injektaz-maltou-ergelit-kbi.html>
- [25] S MALTOU ERGELIT-10SD ZASTAVÍTE PRŮSAKY VODY ZA NĚKOLIK SEKUND. HERMES TECHNOLOGIE [online]. PRAHA, 2015 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/sanacni-postupy/vystavba-a-sanace-kanalizaci/utesneni-prusaku-vody-v-sachtach-a-stokovych-siti.html>
- [26] HOBAS Renovace šachet. HOBAS [online]. Praha: hobas [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.hobas.cz/aplikace/renovace-sachet.html>
- [27] Shaft-in-Shaft Rehabilitation & Shaft Renovation. AMIBLU [online]. Pischeldorfer Str. 128 9020 Klagenfurt, Rakousko: Amiblu Holding [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.amiblu.com/reference/shaft-in-shaft-rehabilitation-shaft-renovation/>

- [28] Rekonstrukce revizních šachet metodou Vertiliner. *BMH* [online]. Olomouc, 2016 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://bmh.cz/nase-sluzby/rekonstrukce-reviznich-sachet/>
- [29] Kanalizace a potrubí opravujeme bezvýkopově. *Sebak* [online]. Brno, 2016 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.sebak.cz/bezvykopove-opravy-kanalizace/>
- [30] Brawoliner. *Brochier* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.brochier.cz/index.php/technologie/brawoliner>
- [31] ČSN EN 752-5, *Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 5: Sanace*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [32] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě*. 1. Brno: VUT v Brně, FAST, ÚVHO, 2012.
- [33] TUHOVČAK, Ladislav a kol. Drsnost potrubí. *Vodovod.info.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://vodovod.info/index.php/tabulky/196-drsnost-potrubí#.Wvuil4iFPDc>
- [34] KOKAČÍK, Ivan a Zdeněk VÁVRA. Sanace železobetonu v chemicky náročném prostředí. *Stavebnictví3000* [online]. Praha, 2009 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/sanace-zelezobetonu-v-chemicky-narocnem-prostredi/>
- [35] Insituform iPlus Composite. *Aegion* [online]. Fermany [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: http://www.ltrc.lsu.edu/tec_07/presentations/An%20Innovative%20Approach%20for%20Medium%20&%20Large%20Diameter%20Culvert%20Repairs.pdf
- [36] ŠIMKOVÁ, Hana, Josef VLK a Martin KOLMISTR. *PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY OBCÍ: Aktualizace 2017* [online]. 1. Brno: MpMR, 2017 [cit. 2018-05-19]. ISBN 978-80-87318-60-7. Dostupné z: <https://www.uur.cz/default.asp?ID=899>
- [37] HORÁK, Marek. *Analýza stárnutí vybraných materiálů stokových sítí* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, 2014 [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/36244>. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Jaroslav Raclavský.
- [38] Microtunneling. *Gulf tunneling* [online]. Qatar, 2016 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.gulftunneling.com/inner.php?Id=6>
- [39] *PVC and steel-reinforced PVC piping systems* [online]. Spain [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.ribloc.es/archivos/descargas/catalogos/Cat_1CaraIngles.pdf
- [40] Co to je ISYBAU XML. *Informace o ISYBAU XML CZ* [online]. 2006 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://www.isybau.cz/co_to_je_isybau_xml.html

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1 Situace na českém trhu [zdroj: Pavel Dvořák]	22
Tabulka 6.1 Typy maltovin v závislosti na čase opětovného zatížení a velikosti spáry [21] ..	29
Tabulka 7.1 Vyhodnocení stavu kanalizace [32]	33
Tabulka 8.1 Geologické poměry v oblasti [www.geoportal.cz]	36
Tabulka 8.2 Délky, dimenze a materiál stávajícího potrubí [zdroj: Pavel Dvořák]	37
Tabulka 8.3 Délky potrubí v závislosti na dimenzi a materiálu v současném stavu [zdroj: Pavel Dvořák]	37
Tabulka 8.4 Zatěžovací déšť, periodičita 0,2 [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]	39
Tabulka 8.5 Zatěžovací déšť, periodičita 0,1 [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]	40
Tabulka 8.6 Stav šachet, původní stav [zdroj: Pavel Dvořák]	42
Tabulka 8.7 Klasifikace stavebně technického stavu úseků dle Raclavského [zdroj: Pavel Dvořák]	43
Tabulka 8.8 Klasifikace stavebně technického stavu koncových šachet úseků dle Raclavského [zdroj: Pavel Dvořák]	44
Tabulka 8.9 Navržená tloušťka rukávce v závislosti na DN původního potrubí [zdroj: Pavel Dvořák]	46
Tabulka 8.10 Navržené sanační technologie, varianta 1 [zdroj: Pavel Dvořák]	47
Tabulka 8.11 Ceny sanačních technologií, Varianta 1 [36]	48
Tabulka 8.12 Ceny sanačních technologií na jednotlivých úsecích, Varianta 1	48
Tabulka 8.13 Cena sanačních technologií šachet, Verianta 1 [zdroj: Pavel Dvořák]	49
Tabulka 8.14 Ceny otevřeného výkopu [36]	50
Tabulka 8.15 Ceny sanačních technologií na jednotlivých úsecích, Varianta 2 [zdroj: Pavel Dvořák]	51
Tabulka 8.16 Délky potrubí pod příslušnými povrchy [zdroj: Pavel Dvořák]	52
Tabulka 8.17 Počet šachet uvažovaných pro výměnu z tabulkových hodnot	52

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1 Rozdělení sanace [zdroj: Pavel Dvořák].....	11
Obrázek 3.1 Rozdělení metod opravy [zdroj: Pavel Dvořák]	12
Obrázek 4.1 Rozdělení metod renovace [zdroj: Pavel Dvořák].....	14
Obrázek 4.2 Schéma zaplavení stokového systému silikátovým roztokem [1]	15
Obrázek 4.3 Výsledná hmota v okolí stoky po provedení sanace metou Sanipor [1].....	15
Obrázek 4.4 Schéma zatažení vložky z PE při využití metody Relining [2]	16
Obrázek 4.5 PE vložky na bubnech a "dvojitý C" průřez [2].....	18
Obrázek 4.6 Metoda KAWO, zavádění vložky do potrubí, [Zdroj: Pavel Dvořák]	19
Obrázek 4.7 UV liner; [11]	20
Obrázek 4.8 Ztužující žebra a zámky u pásu z PVC použitých pro metodu RIB-LOC [8]	21
Obrázek 4.9 Technologie Brawoliner [29].....	21
Obrázek 5.1 Rozdělení metod obnovy [zdroj: Pavel Dvořák]	23
Obrázek 5.2 Trhání potrubí [14]	24
Obrázek 5.3 Zařízení pro metodu Pipe - eating [15].....	25
Obrázek 5.4 Mikrotunelování [38].....	27
Obrázek 6.1 Oprava rámu šachty s nafukovacím bedněním [22]	29
Obrázek 6.2 Schéma nástřiku pomocí motoru s rotační hlavicí [23]	30
Obrázek 6.3 Vnikání podzemní vody do šachty a probíhající injektáž [24]	30
Obrázek 6.4 Metoda šachta v šachtě [27]	31
Obrázek 7.1 Rozhodovací proces k volbě vhodného stavebního řešení [31].....	34
Obrázek 8.1 Typy půd v oblasti [geology.cz]	35
Obrázek 8.2 Lokace vybrané části stokové sítě [zdroj: Pavel Dvořák]	36
Obrázek 8.3 Graf průběhu deště při různých periodicitách [zdroj: Ing. Petr Prax, Ph.D.]	38
Obrázek 8.4 Síranová koroze a kořenový systém v potrubí [zdroj: videoinspekce, VaS, a.s.]	41
Obrázek 8.5 Vnitřní prostor šachty ŠD 163 [zdroj: Pavel Dvořák]	45
Obrázek 8.6 Vnitřní prostor šachty ŠD 153 [zdroj: Pavel Dvořák]	45

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

i ...	intenzita deště [l/s/ha], [mm/hod]
LB...	protispád, vyhnutí,
C ...	vnitřní koroze
HFB ...	odtoková překážka
SU ...	ucpané spadiště
BSB ...	díra(y) - viditelná zemina
SL ...	přípojka vlevo
RL ...	podélná trhlina
H ...	překážka - železo ve spoji
HP ...	vrůstání kořenů
LL ...	nedoražený spoj
BT ...	zborcená trouba(y)
RQ ...	příčná trhlina
RX ...	trhlina síťového charakteru
DN ...	Diameter Nominal – jmenovitá světlost [mm]
VaS ...	Vodárenská akciová společnost, a.s.
BET ...	potrubí z betonu
KAM...	potrubí z kameniny
bm ...	běžný metr
MMS ...	microtunnelling Machine systém, označení mikrotunelování
AVN ...	automatische Vortriebsmaschine Nassförderung, označení mikrotunelování
UV...	ultrafialové záření
GIS...	geografický informační systém
CIPP...	cured in place pipe, na místě vytvrzované trubky
KAWO...	bezvýkopová technologie společnosti Wombat
PE...	polyetylen
E...	modul pružnosti [kN/m ²], [N/mm ²]

SEZNAM PŘÍLOH

1. PŘEHLEDNÁ SITUACE	1:1000	A3
2. HYDROTECHNICKÁ SITUACE	1:1000	A3
3. SITUACE STAVEBNĚ TECHNICKÉHO STAVU	1:1000	A3
4. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, PŮVODNÍ STAV, $p=0,1$	-	A3
5. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, PŮVODNÍ STAV, $p=0,2$	-	A3
6. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, VARIANTA 1, $p=0,1$	-	A3
7. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, VARIANTA 1, $p=0,2$	-	A3
8. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, VARIANTA 2, $p=0,1$	-	A3
9. SHÉMA ZAPLNĚNÍ STOKY, VARIANTA 2, $p=0,2$	-	A3
10. CD – KAMEROVÉ ZÁZNAMY A VÝPOČTY		

SUMMARY

The goal of this bachelor thesis was to get acquainted with the theme of reconstruction of sewer networks. This was done in the introductory part of this bachelor thesis by acquainting with trenchless technologies for this technical area. Another goal was the application of the acquired knowledge to the real area, namely the part of the town Znojmo, Znojmo - město, the residential area of Pražská street.

This locality is a housing estate, there are panel houses not exceeding 8 floors. There is also a branch office of Česká pošta in the locality. Next to the block of flats there is a large parking lot, which is in the direction of the Pražská street.

Part of my bachelor thesis, a camera survey was carried out by the company VaS, a.s., which is also the operator of the network. By evaluating these camera surveys, failures were found on the sewer network, with biogenic sulfate corrosion being the most common and most basic disorder.

In the simulation program SWMM, the network in current state was loaded with design rainfall with the periodicities of 0,1 and 0,2, or 10-year and 5-year rainfall. The simulation identified the insufficient pipeline capacity considering both rains and was therefore proceeded with the design of the reconstruction work.

There were two alternatives of the reconstruction of the sewer system, with application of trenchless technologies being considered in the first alternative, namely the method of retraction of the inverse sleeve and the Berstlining. In the second alternative, an open excavation was considered to restore the existing pipeline in the original route. This design variant was more secure in terms of flooding of the shafts than alternative 1 (see Annexes 6-9). An alternative to the reconstruction of the sewerage network by an open excavation belongs among the most used alternatives in our territory. It is approached in cases where other utilities or line traffic (eg roads) are in an inconvenient state and need to be reconstructed. There is an effort to coordinate the works.

Both of these alternatives were then simulated in the SWMM program, where sufficient pipeline capacity was verified with the proposed alternatives. Subsequently, both variants were valued using a methodology issued by the Ministry for Regional Development and other sources and compared to each other. In the comparison, trenchless method is the better variant, it is cheaper, faster and does not affect the ordinary life of the population. The only comparative property, better off for variant 2, is the larger sewer capacity, though the capacity for the design load rainfall is ensured by both variants.